لا أبرح حتى أبلغ

في الفيزياء

شرح الفصلين الأول والثاني

ثانوية عامة 2026

أ/ محمد عبدالمعبود



Creators team#

26

للمزيد لدفعة

متنساش تتابعنا ♡

العباقرة ٣ث

علي تطبيق Telegram

رابط ا @taneasnawe

جروب عباقرة تالتة ثانوي 2026

CREATORS TEAM

العباقرة ٣ ثانوي

@taneasnawe

علي التليجرام

الوحدة الأولى

الكهربية التيارية والكهرومغناطيسية

CREATORS TEAM

3 SECONDARY



@TANEASNAWE

دا الجروب بتاع التيليجرام اللي
معرفش يدخل يسكان الكود
فيه كل النصايح والتحفيز
والملخصات اللي هتحتاجها

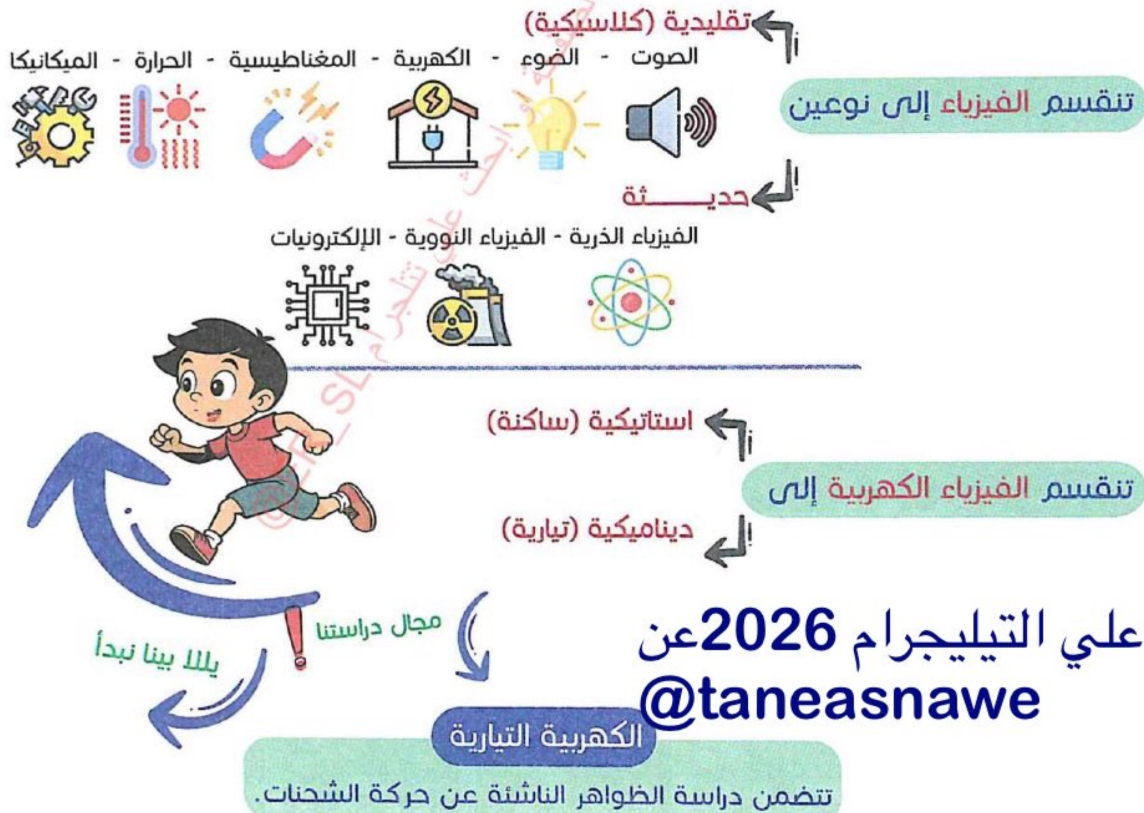
المحاضرة الأولى
مقدمة عن الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

مقدمة - الكهربية التيارية - الشحنة الكهربية - المقاومة الكهربية
التيار الكهربي - اتجاه التيار الكهربي - شدة التيار الكهربي

الفيزياء (الطبيعة)

علم الفيزياء هو علم الطبيعة. نعلم أن الله عندما خلق الكون وضع له قوانين ثابتة، وعندما خلق الله الإنسان وأسكنه الأرض لم يخبره بالقوانين الحاكمة للأرض ولكن الإنسان مع الوقت بدأ يكتشف قوانين الطبيعة مثل قوانين الجاذبية وقوانين الكهربية وقوانين الغازات وغيرها من القوانين.
لذلك فقوانين الفيزياء وضعها الله، ومهمة الإنسان اكتشاف هذه القوانين ليتمكن من فهم الظواهر الطبيعية والاستفادة منها وتفادي أضرارها.



الكهربية التيارية
تتضمن دراسة الظواهر الناشئة عن حركة الشحنات.

التيار الكهربي



التيار الكهربي

هو فيض من الشحنات تسري داخل موصل.

فيض ⟵ نقصد بها عددا كبيرا جدا

الشحنات ⟵ يمكن أن تكون إلكترونات أو أيونات (موجبة ، سالبة)



تذكر

الأيون الموجب: هو ذرة فقدت الكترونًا أو أكثر من مستواها الخارجي

الأيون السالب: هو ذرة اكتسبت الكترونًا أو اكثر في مستواها الخارجي

لكي تسري الشحنات لابد أن تتأثر بمجال كهربي

إيه هو المجال الكهربي؟

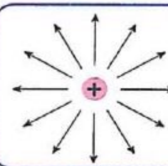
هي المنطقة المحيطة بجسم مشحون وتظهر فيها آثار قواه الكهربية.

تجارب عملية لتوضيح المجال الكهربي

(1) ساق من زجاج دُلك بالحرير

فتنتقل الالكترونات من ساق الزجاج إلى الحرير وبالتالي يصبح ساق الزجاج مشحون بشحنة موجبة.

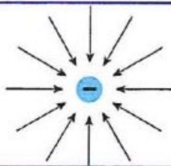
شكل المجال الكهربي لشحنة موجبة:



(2) ساق أبونيت دُلك بالصوف

فتنتقل الالكترونات من الصوف إلى ساق الأبونيت فيصبح مشحونًا بشحنة سالبة.

شكل المجال الكهربي لشحنة سالبة:



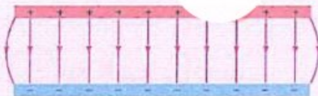


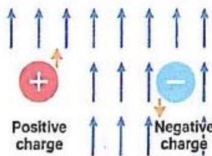
ملاحظات

(1) اتجاه المجال الكهربي يكون من الموجب إلى السالب.

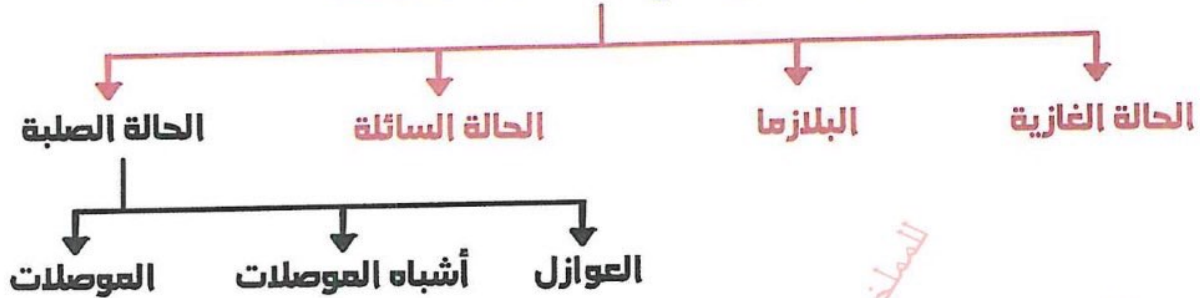
(2) إذا وضعت شحنة موجبة داخل المجال الكهربي فإنها تتحرك في نفس إتجاه المجال.

(3) إذا وُضعت شحنة سالبة داخل المجال الكهربي فإنها تتحرك في عكس إتجاه المجال.

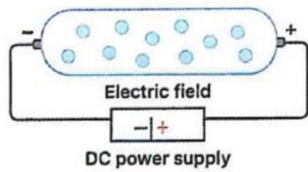




فلنتعرف على كيفية توصيل الكهرباء في حالات المادة المختلفة :



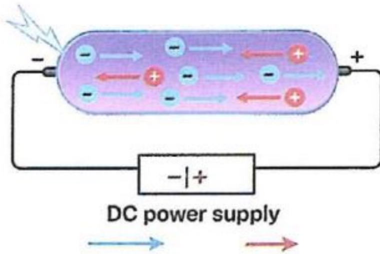
مثال (1) الغازات



(أنبوبة زجاجية بها غاز خامل مُسلط عليه مجال كهربي)
نجد أنه **لا ينشأ تيار كهربي لأن جزيئات الغاز متعادلة.**

مثال (2) الغازات المتأينة (البلازما)

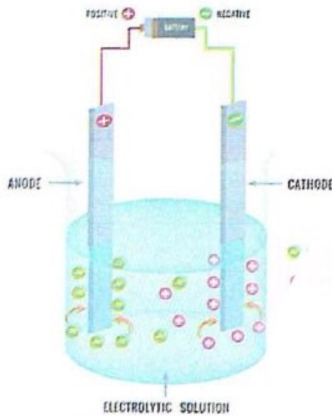
إذا تم تسليط أشعة إكس على الغاز في المثال السابق (علما بأن أشعة إكس طاقتها عالية جدا)
تكتسب ذرات الغاز طاقة كبيرة جدا مما يجعل الذرة تفقد الإلكترون ويخرج تماما خارج الذرة
← فتصبح أيون موجب ← فيصبح الغاز مُتأين



نجد أنه

الغاز المتأين يسمح بمرور التيار الكهربي خلاله حيث:
- تتجه الأيونات الموجبة مع إتجاه المجال الكهربي
- تتجه الإلكترونات عكس إتجاه المجال الكهربي

مثال (3) السائل الإلكتروليـــتي



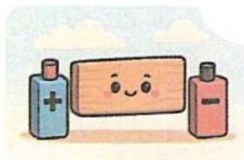
نجد أنه

السائل الإلكتروليتي يسمح بمرور التيار من خلاله حيث:
- تتجه الأيونات الموجبة مع اتجاه المجال الكهربي.
- تتجه الأيونات السالبة عكس اتجاه المجال الكهربي.

مثال (4) المواد الصلبة

(أ) العـــوازل

مثل «الخشب»: هي مواد لا تسمح بمرور التيار الكهربي خلالها لأنها **لا تحتوي بداخلها جسيمات مشحونة حرة قابلة للحركة.**



ب) أشباه الموصلات

مثل «السيليكون»: هي حلقة متوسطة بين العوازل والموصلات، حيث:

1. يكون عازل تمامًا عند الصفر المطلق.



2. يوصل الكهرباء عند درجات الحرارة العادية

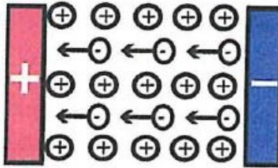


وسوف نتناول دراستها بالتفصيل في «الفصل الثامن»

أي أن اشباه الموصلات توصل التيار الكهربي في درجات الحرارة العادية عن طريق :-

← إلكترونات حرة تتحرك عكس المجال ← فجوات موجبة تتحرك مع اتجاه المجال

جـ) الموصـــــلات



مثل «النحاس»، «الحديد»، «الألومنيوم»
ذرات النحاس «مثلًا» تكون مُرتبة هندسيًا بانتظام في البلورة.
البلورة هي ترتيب هندسي منتظم لذرات الجوامد.

الموصلات توصل التيار الكهربي عن طريق الإلكترونات الحرة فقط التي تتحرك، أما الأيونات الموجبة فلا تتحرك.

ويكون اتجاه التيار الفعلي (الإلكتروني) بداخل الموصل عكس اتجاه التيار التقليدي وتختلف المعادن عن بعضها البعض في قدرتها على توصيل التيار الكهربي على حسب:

> اصطلح العلماء على أن يكون الاتجاه التقليدي للتيار الكهربي هو اتجاه الشحنات الموجبة

← تركيز الإلكترونات الحرة فيها (الكثافة العددية للإلكترونات)

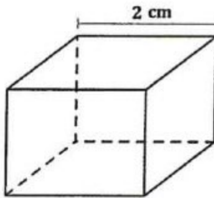
تركيز الإلكترونات الحرة في المعادن (الكثافة العددية) $= n = \frac{N}{Vol}$

N: عدد الإلكترونات
Vol: الحجم



مكعب من النحاس طول ضلعه 2cm وعدد الإلكترونات الحرة فيه 16×10^{20} e

احسب الكثافة العددية للإلكترونات



$$n = \frac{16 \times 10^{20}}{8} = 2 \times 10^{20}\ e/cm^3 = \frac{16 \times 10^{20}}{8 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{26}\ e/m^3$$



معلومة هاامة
حركة شحنة موجبة في اتجاه معين = حركة شحنة سالبة في عكس الاتجاه

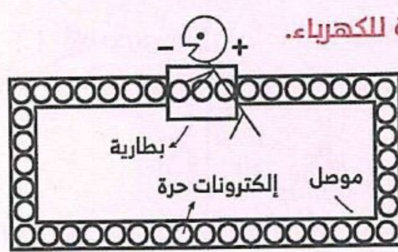
مثـال للتوضيح:

أ) (⊕→ ⊕→ / ←⊖ ←⊖) المحصلة 4 شحنات موجبة

ب) (⊕→ / ⊖→) المحصلة صفر

شروط مرور الشحنات خلال موصل

1. أن تكون المادة التي تنتقل خلالها الشحنات هي **مادة موصلة للكهرباء.**
2. وجود **مسار مغلق** تتحرك فيه الإلكترونات.
3. وجود **قوة دافعة كهربية.**



المقاومة الكهربية

هي الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي أثناء مروره في موصل.

تُقاس المقاومة بـ الأوم Ω

وهي ناتجة عن تصادمات بين إلكترونات التيار وجزيئات الموصل بسبب الحركة الاهتزازية للجزيئات ولذلك فإن مقاومة الموصلات تزداد بزيادة درجة الحرارة.

الصفر كلفن
«الصفر المطلق»

عند تبريد بعض الموصلات إلى 0 K
تنعدم مقاومة الموصل
ويُصبح **فائق التوصيل الكهربي**

ملحوظة

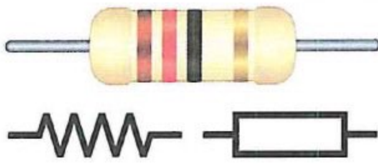
مقاومة أشباه الموصلات تقل بزيادة درجة الحرارة.



علل

تزداد مقاومة موصل بزيادة درجة الحرارة

لأن بزيادة درجة الحرارة تزداد طاقة الجزيئات، فتزداد سعة الحركة الإهتزازية لها، فيزداد معدل التصادمات مع إلكترونات التيار فتزداد المقاومة.



أشكال متعددة لـ «اامقاومة الكهربية»

الشحنة الكهربية Q

تُقاس بوحدة **الكولوم C**

$$Q = N \times e$$

Q: الشحنة الكلية «كمية الكهربية»، N: عدد الإلكترونات، e: شحنة الإلكترون

الكولوم $C = 6.25 \times 10^{18}\ e$

شحنة الإلكترون $e = \frac{1}{6.25 \times 10^{18}}\ C$

$$q_e = q_p$$

q_e: شحنة الإلكترون، q_p: شحنة البروتون

$$q_e = e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$

شدة التيار الكهربي I

$$\text{شدة التيار الكهربي } (I) = \frac{\text{كمية الشحنات المارة عبر مقطع من الموصل } (Q)}{\text{زمن مرورها } (t)}$$

شدة التيار الكهربي

- هي معدل مرور الشحنات عبر مقطع الموصل.
- هي مقدار الشحنة الكهربية المارة عبر مقطع الموصل خلال زمن قدره I sec

$$I = \frac{Q}{t}$$

وحدة القياس (الأمبير)

$$A = \frac{C}{s} = C.s^{-1}$$

الأمبير

هو شدة التيار الكهربي المار في موصل عند مرور شحنة قدرها IC خلال زمن قدره I sec

ما معنى قولنا أن

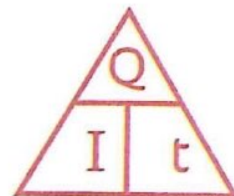
شدة التيار المار في موصل 5A

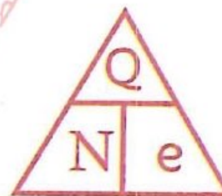
أي أنه في مقطع الموصل تمر شحنة قدرها 5C كل ثانية.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t}$$

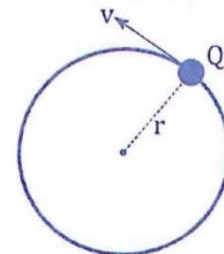
$v = \frac{x}{t}$ (v: سرعة الإلكترونات، x: المسافة، t: الزمن)

$$\longrightarrow I = \frac{Qv}{x} = \frac{Nev}{x}$$





عند دوران الشحنة



r : نصف القطر
v : السرعة الخطية
Q : مقدار الشحنة

$$T_{\text{الزمن الدوري}} = \frac{\text{الزمن بالثواني}}{\text{عدد الدورات}} = \frac{\text{مسافة}}{\text{سرعة}} = \frac{2\pi r}{V} = \frac{1}{F_{\text{التردد}}}$$

$$F_{\text{التردد}} = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثواني}} = \frac{V}{2\pi r} = \frac{1}{T}$$

$$I = \frac{Q}{T} = Qf = \frac{QV}{2\pi r}$$

من بنك المعرفة

$$I = neVA$$

- A: مساحة مقطع الموصل
- V: السرعة الانجرافية للإلكترون
- n: الكثافة العددية للإلكترونات (عدد الإلكترونات الحرة لكل وحدة حجوم)
- e: شحنة الإلكترون

اتجاه التيار الكهربي

تذكر مرة أخرى

التيار الكهربي

هو فيض من الشحنات تسري داخل موصل.

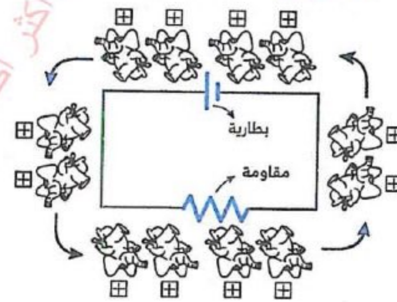
مقارنة

للتيار الكهربي اتجاهان مختلفان لفظا، متشابهان معنًا

الاتجاه التقليدي أو الاصطلاحي (القديم)

اتجاه الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية (داخل الموصل).

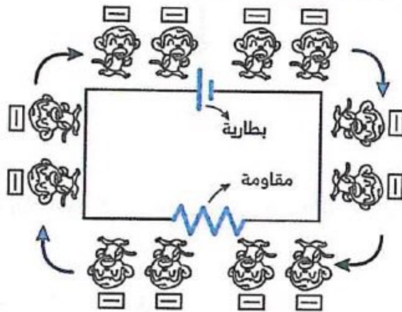
أي اتجاه حركة الشحنات الموجبة من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل البطارية.



الاتجاه الفعلي أو الحديث (الإلكتروني)

اتجاه الشحنات السالبة (الإلكترونات) من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج البطارية (داخل الموصل).

أي اتجاه حركة الشحنات السالبة من القطب الموجب إلى القطب السالب داخل البطارية.



ملاحظات

1. لا يتعارض مفهوم (الاتجاه الاصطلاحي) مع مفهوم (الاتجاه الفعلي) في تفسير اتجاه التيار الكهربي. علل ؟
لأن حركة الإلكترونات السالبة في اتجاه تُكافئ حركة الشحنات الموجبة في عكس الاتجاه.

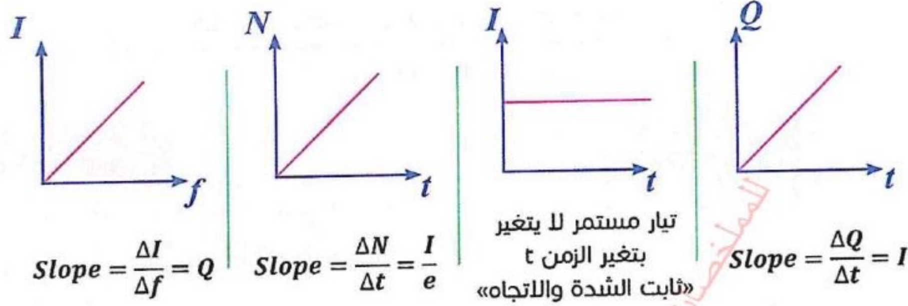
2. أي الاتجاهين سنستخدم في دراستنا القادمة؟
- اصطلح العلماء أن يُستخدم الاتجاه الاصطلاحي في دراسة الدوائر الكهربية.

3. تعمل البطارية كمضخة للالكترونات وليس مصدر للالكترونات.

4. حركة الالكترونات داخل الموصل تكون بطيئة جدا.



رسومات بيانية هامة



أمثلة



1. احسب شدة التيار الناتجة عن مرور 20nC خلال 4 μsec

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{20 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^{-3} A = 5mA = 5000\mu A$$

2. احسب شدة التيار الناتجة عن مرور $5x10^{20}$ إلكترون خلال 4 sec

$$I = \frac{Ne}{t} = \frac{5 \times 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19}}{4} = 20A$$

3. احسب شدة التيار الناتجة عن مرور $5x10^{20}$ إلكترون في سلك طوله 20m بسرعة 0.25 m/sec

$$I = \frac{Nev}{x} = \frac{5 \times 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.25}{20} = 1A$$

4. إذا دارت شحنة 2 μC في مدار دائري بتردد 10^5 هرتز، احسب شدة التيار الناتج.

$$I = f.Q = 10^5 \times 2 \times 10^{-6} = 0.2\ A$$

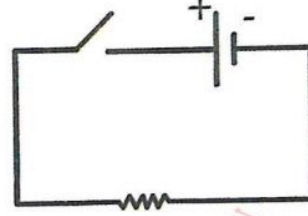
5. وفقا لنموذج بور يدور الإلكترون في المدار الأول لذرة الهيدروجين بسرعة $2.2x10^6$ m/s وكان نصف قطر المدار 0.53Å احسب شدة التيار الناتج.

$$I = f.Q = \frac{ev}{2\pi r} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.2 \times 10^{6}}{2 \times 3.14 \times 0.53 \times 10^{-10}} = 1.06 \times 10^{-3} A$$



أمثلة

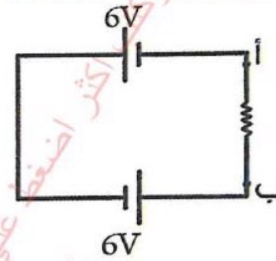
1



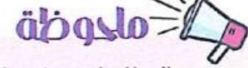
عند غلق المفتاح،

- اتجاه التيار في الدائرة ....عكس.... عقارب الساعة
- اتجاه الإلكترونات ....مع.... عقارب الساعة

3



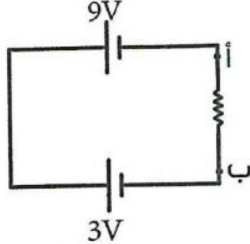
- يكون اتجاه التيار الاصطلاحي من النقطة ....ب.... إلى النقطة ....أ.... عبر المقاومة



ملحوظة

البطاريتان يدفعوا التيار في نفس الاتجاه **عكس عقارب الساعة.**

2



- يكون اتجاه التيار من النقطة ....ب.... إلى النقطة ....أ.... عبر المقاومة.
- يكون اتجاه التيار من النقطة ....أ.... إلى النقطة ....ب.... عبر البطاريات.

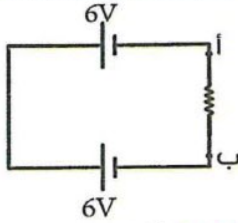


ملحوظة

يمر التيار الاصطلاحي في اتجاه البطارية **الأقوى**

- هذه الدائرة تُسمى **دائرة شحن.**

4



لن يمر تيار في الدائرة؛ لأن البطاريتين متساويتان ومتضادتان.



المحاضرة الثانية

قانون أوم والقدرة الكهربية

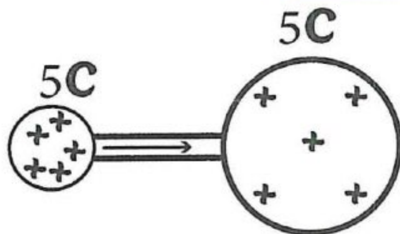


محتويات المحاضرة

الجهد الكهربي - الطاقة الكهربية - فرق الجهد الكهربي بين نقطتين
القوة الدافعة الكهربية لمصدر - قانون أوم - القدرة الكهربية
الوحدات التجارية - ملخص القوانين والوحدات

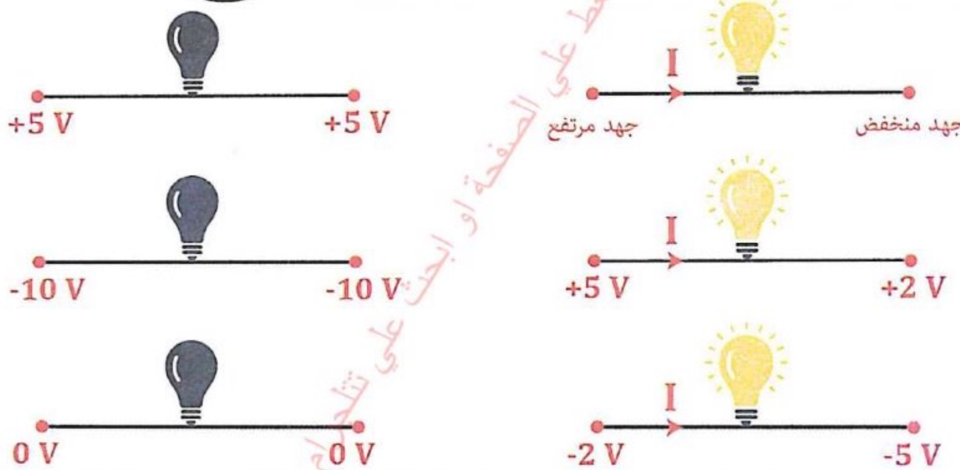
الجهد الكهربي «الانضغاط الكهربي»

تنتقل الشحنات من **الإنضغاطية الأعلى** إلى **الإنضغاطية الأقل**



الجهد الكهربي

هو الحالة الكهربية التي تسمح بإنتقال الشحنة الكهربية من الموصل أو إلى الموصل.



1. يمر التيار من المنطقة الأعلى في الجهد إلى المنطقة الأقل.
2. يتوقف مرور التيار (متى؟) إذا تساوى الجهد في المنطقتين وكان فرق الجهد بينهما صفر.
3. جُهد الأرض دائمًا بصفر (علل؟) لكبر حجم وكتلة الأرض وبالتالي مهما تسرب إليها من شحنات يكون انضغاط الشحنات بداخلها صفر، فيكون جهد الأرض صفر.



تابع الأمثلة

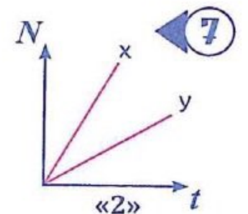
6 تيار شدته 5A يكون معدل مرور الشحنات من مقطعه.........

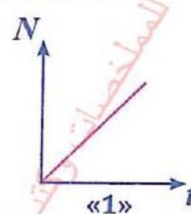
$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = I = 5\ C/s$$

بينما يكون معدل الإلكترونات من مقطعه.....

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{I}{e} = \frac{5}{1.6\times10^{-19}} = 3.125\times10^{19}\ e/s$$

7



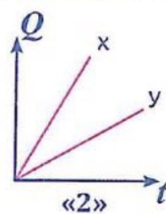


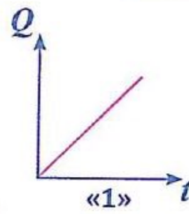
ما هو ميل الخط البياني في كلا من الشكلين؟ وأيهما يمر به شدة تيار أكبر في الرسم «2»؟

ميل الرسم يعبر عن شدة التيار

$$Slope = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{I}{e} \rightarrow \left(\frac{I}{e}\right)_x > \left(\frac{I}{e}\right)_y$$

$$(slope)_x > (slope)_y \qquad I_x > I_y$$





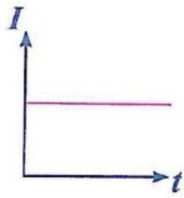
ما هو ميل الخط البياني في كلا من الشكلين؟ وأيهما يمر به شدة تيار أكبر في الرسم «2»؟

ميل الرسم يعبر عن شدة التيار

$$Slope = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = I$$

$$(slope)_x > (slope)_y$$

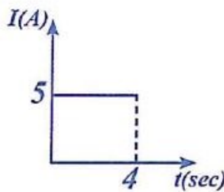
$$I_x > I_y$$



التيار المعبر عنه بالرسم تيار مستمر (ثابت الشدة والاتجاه)، ما هو ميل الخط البياني؟

$Slope = 0$

8 من الرسم البياني احسب كمية الشحنة المارة خلال تلك الفترة.



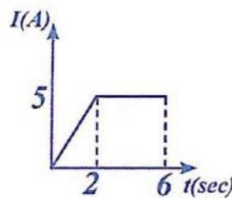
$Q =$ المساحة تحت المنحنى $= 4 \times 5 = 20C$

ملحوظة مهمة:

في الرسم البياني (I-t) تكون الشحنة دائما عبارة عن المساحة تحت المنحنى.

---

9 من الرسم البياني احسب كمية الشحنة المارة خلال تلك الفترة.



$Q =$ المساحة تحت المنحنى = مساحة المثلث + مساحة المستطيل

$$Q = (0.5\times2\times5) + (4\times5) = 25C$$



الطاقة الكهربية

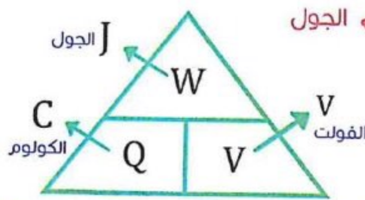
هي الطاقة الناتجة عن حركة الإلكترونات عبر الموصل نتيجة فرق الجهد الكهربي

هي ناتج القدره الكهربيه المستهلكه خلال فتره زمنيه

هي ناتج الشغل المبذول لنقل شحنه كهربيه بين نقطتين

$W \alpha Q$, $W \alpha V$ → $W = Q \times V$

تقاس بوحدة $J = V . C$ (الجول ← J ، الفولت ← V ، الكولوم ← C)



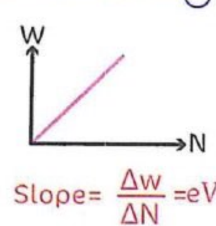
$W = V.Ne$ $\quad$ $W = V.It$

الجول
هو الشغل المبذول لنقل شحنة 1C بين نقطتين فرق الجهد بينهما 1V.

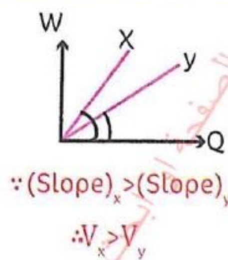
الكولوم
هو الشحنة التي عند نقلها بين نقطتين فرق الجهد بينهما 1V نبذل شغل قدره 1 J.

الفولت
هو فرق الجهد الكهربي بين نقطتين إذا نُقلت بينهما شحنة كهربية قدرها 1C كان الشغل المبذول 1 J.

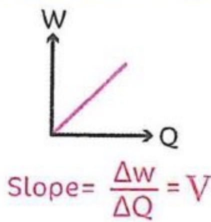
رسومات بيانية هامة



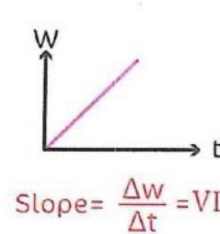
$Slope = \frac{\Delta w}{\Delta N} = eV$



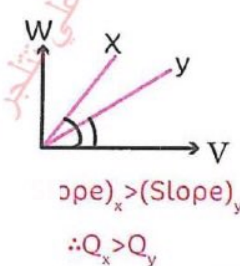
$\because (Slope)_x > (Slope)_y$ $\therefore V_x > V_y$



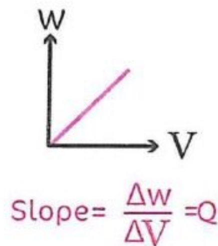
$Slope = \frac{\Delta w}{\Delta Q} = V$



$Slope = \frac{\Delta w}{\Delta t} = VI$



$(Slope)_x > (Slope)_y$ $\therefore Q_x > Q_y$



$Slope = \frac{\Delta w}{\Delta V} = Q$

أمثلة

مثال (1) احسب الشغل المبذول لنقل شحنة كهربية قدرها 5C بين نقطتي... ما 10V

الحل

$$W = V.Q = 10 \times 5 = 50\,J = 50\,V.C$$



مثال (2) أحسب الطاقة الكهربية التي يستهلكها جهاز يتغذى من مصدر قوته الدافعة 220V ويسحب تيار 2A لمدة 5 دقائق

الحل

$$W = V.Q = V.It = 220 \times 2 \times 5 \times 60 = 132000\ J = 132\ KJ$$

مثال (3) أحسب الشغل المبذول لنقل 10^6 الكترون بين نقطتين فرق الجهد بينهما 5V

الحل

$$W = V.Q = V.Ne = 5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-13} J$$

فرق الجهد الكهربي بين نقطتين

فرق الجهد الكهربي بين نقطتين

هي مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة قدرها 1C بين هاتين النقطتين يُقاس بوحدة **الفولت**.

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{W}{It} = \frac{W}{Ne}$$

الشغل «الطاقة الكهربية» (J)

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{W}{It} = \frac{W}{Ne}$$

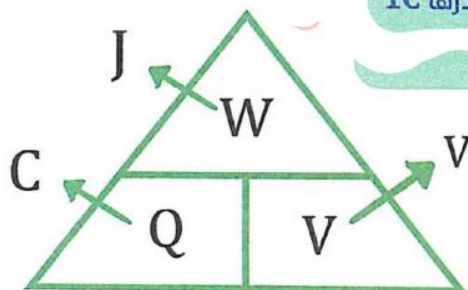
فرق الجهد (V)

الكمية الكهربية (C)

$$volt = \frac{J}{C} = \frac{J}{A.S}$$

الفولت

هو فرق الجهد الكهربي بين نقطتين إذا نقلنا بينهما شحنة قدرها 1C فإنه يلزمنا بذل شغل قدره 1 J

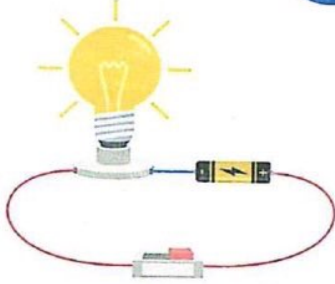


ملحوظة

عشان تطلع تعريف أي كمية من القانون
البسط قد البسط عندما يكون المقام = ا

عشان تطلع تعريف أي وحدة من القانون
الوحدة هي كميتها عندما تكون باقي الكميات = ا

القوة الدافعة الكهربية لمصدر
V_B – emf – E



القوة الدافعة الكهربية لمصدر

هي مقدار الشغل الذي يبذله المصدر (مقدار الطاقة التي يعطيها المصدر) لكل شحنة قدرها 1C تمر من خلاله

$$V_B = \frac{W}{Q}$$

يُقاس بوحدة الفولت



المصدر المكتوب عليه 1.5 V هذا معناه أن هذا المصدر يبذل شغل «يعطي طاقة» قدرها 1.5 J لكل شحنة قدرها 1C

القوة الدافعة الكهربية
كما في كتاب الوزارة

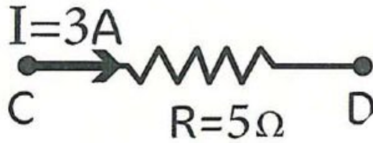
هي مقدار الشغل الكلي المبذول لتحريك شحنة قدرها 1C في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه.



فكرة 1

$$\overset{\text{جهد}}{V_C} > \overset{\text{جهد}}{V_D}$$

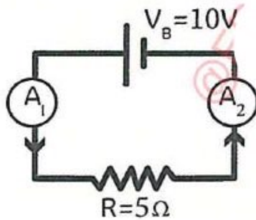
فرق الجهد $V_{CD} = IR = 3 \times 5 = 15V$



إذا كان $V_C = 100\ V \leftarrow V_D = 85\ V$ علل ؟

لأن فرق الجهد بينهم 15V

فكرة 2



$$I = \frac{V_B}{R} = \frac{10}{5} = 2A$$

$$A_1 = A_2 = 2A$$

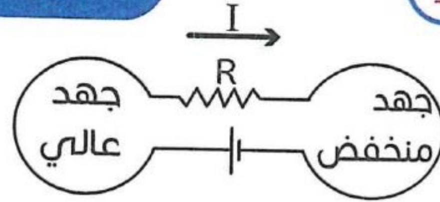
مقارنة

ما الفرق بين **فرق الجهد بين نقطتين** و **القوة الدافعة الكهربية لمصدر**

	فرق الجهد الكهربي بين نقطتين	القوة الدافعة الكهربية للمصدر
الرمز	V	V_B
وحدة القياس	الفولت	الفولت
التعريف	هي مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة قدرها 1C بين هاتين النقطتين	هي مقدار الشغل الكلي المبذول لتحريك شحنة قدرها 1C في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه
ما معنى أن	**فرق الجهد بين نقطتين يساوي 5V** أي أن الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات بين هاتين النقطتين يساوي 5J	**القوة الدافعة الكهربية لمصدر تساوي 5V** أي أن الشغل الكلي المبذول لنقل وحدة الشحنات في الدائرة كلها يساوي 5J

اكتب ملاحظاتك

تمهيد — قانون أوم



$$I = \frac{\text{الدوافع}}{\text{المعوقات}} \longrightarrow I = \frac{V}{R}$$

فرق الجهد V ، مقاومة الموصل R


«شكل توضيحي لدور البطارية والمقاومات في التأثير على التيار الكهربي»

لكي تقوم بزيادة شدة التيار المار بموصل تقوم بـ

- زيادة فرق الجهد V بين طرفيه
- تقليل المقاومة R للموصل

$$\uparrow I = \frac{V \uparrow}{R \downarrow}$$

«شكل القانون رياضيًا»

ما هي العوامل المؤثرة في شدة التيار المار؟

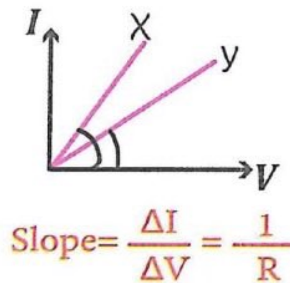
① فرق الجهد V ☑ ② المقاومة R ☑

☒ انتبه!! لا يتوقف على الشحنة Q ولا الزمن t ☒

نص قانون أوم

عند ثبوت درجة حرارة موصل فإن شدة التيار المار فيه تتناسب طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه.

رسومات بيانية هامة

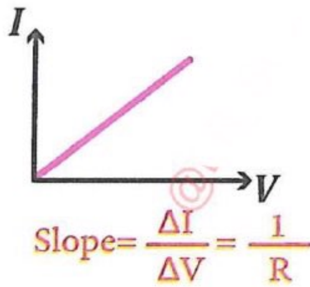


$$Slope = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{1}{R}$$

$$(slope)_x > (slope)_y$$

$$\left(\frac{1}{R}\right)_x > \left(\frac{1}{R}\right)_y$$

$$R_x < R_y$$



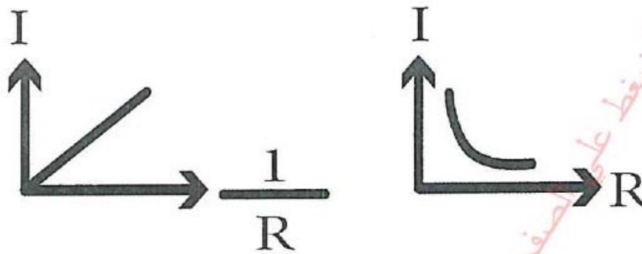
$$Slope = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{1}{R}$$



التيار في حالة ثبات الجهد: $I \propto \frac{1}{R}$ ⟵ $I = \frac{V}{R}$

رسومات بيانية هامة

في حالة ثبوت V:



أمثلة

مثال (1) سلك مقاومته 5Ω عندما كان تياره $10A$ فإذا زيد التيار إلى $20A$ فإن مقاومته تكون .... «مع ثبوت درجة الحرارة»

الحل

● 5Ω (ب) 10Ω (ج) 2.5Ω

مثال (2) سلك مقاومته 5Ω عندما كان تياره $10A$ والجهد كان ثابتًا، فإذا زيد التيار إلى $20A$ فمن المؤكد ان مقاومة السلك تم جعلها .... «مع ثبوت درجة الحرارة»

الحل

(أ) 5Ω (ب) 10Ω ● 2.5Ω

تعريفات هامة من قانون أوم

الأمبير

هو مقدار شدة التيار المار في موصل مقاومته 1Ω عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه $1V$

الفولت

هو مقدار فرق الجهد الكهربي بين طرفي موصل مقاومته 1Ω ويمر به تيار شدته $1A$

الأوم

هو مقاومة موصل يسمح بمرور تيار شدته $1A$ عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه $1V$

مقاومة موصل R

هي خارج قسمة فرق الجهد بين طرفي الموصل وشدة التيار المار فيه

$$R = \frac{V}{I}$$

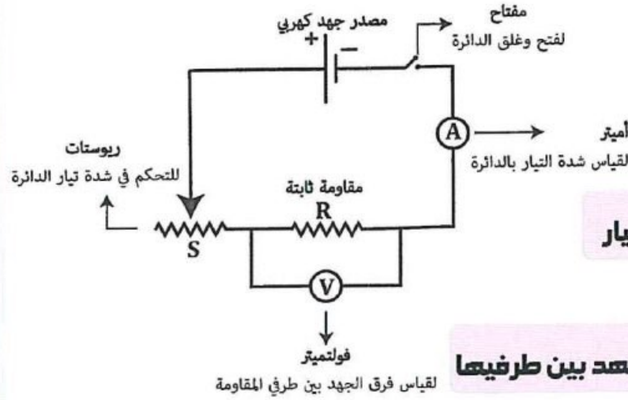


ملحوظة هامة

لا تتوقف مقاومة الموصل على فرق الجهد بين طرفيه أو شدة التيار المار فيه ❌

ولكنها تتوقف على طول الموصل، ومساحة مقطعه، ونوع مادته، ودرجة حرارته ✅

الدائرة الكهربية البسيطة



1. **الريوستات S**

تتحكم في شدة تيار الدائرة

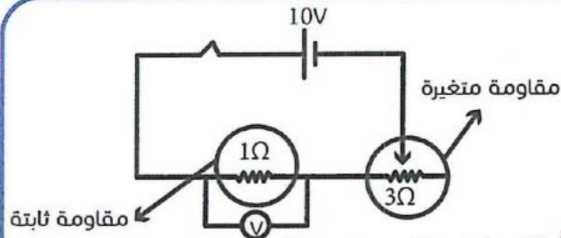
2. **الأميتر**

يوصل على التوالي في الدائرة لقياس شدة التيار

3. **الفولتميتر**

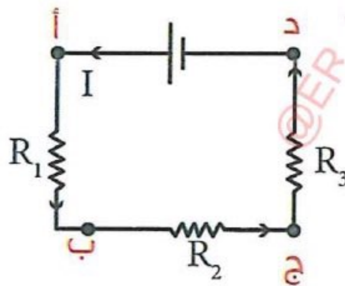
يوصل على التوازي مع مقاومة لقياس فرق الجهد بين طرفيها

تمهيد



- كلما تزداد قيمة المقاومة المتغيرة يزداد فرق الجهد عليها وتقل قيمة فرق الجهد على المقاومة الثابتة.
- حيث القوة الدافعة للبطارية 10 V وتُقسم على المقاومات بنفس نسبها
- فإذا كانت نسبة المقاومات 1:3 فإن الـ 10 V تقسم على الـ 4 أجزاء فتكون قيمة الجزء الواحد 2.5 V
- فيكون بين طرفي المقاومة $1\,\Omega$ تساوي 2.5 V وفرق الجهد بين طرفي المقاومة يساوي 7.5 V

في الدائرة المقابلة:



يقل الجهد عبر المقاومات، فيكون $V_د > V_ج > V_ب > V_أ$

شدة التيار يكون متساوي في الدائرة كلها لأنهم جميعاً توالي (متوسط سرعة الإلكترونات متساوية خلال الدائرة) ولكن إذا تم تغيير قيم المقاومات تتغير شدة التيار أيضاً ولكن في الدائرة كلها وتكون متساوية عبر جميع المقاومات.

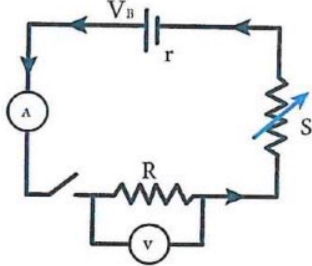
$$I_أ = I_ب = I_ج = I_د$$

تجربة تحقيق قانون أوم عمليًا

الأدوات

بطارية - مقاومة ثابتة R - مقاومة متغيرة «ريوستات» S - مفتاح - أميتر - فولتميتر

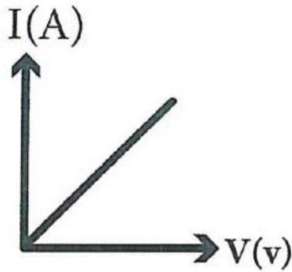
الخطوات



1. نغلق المفتاح ليمر تيار بالدائرة.
2. نعدل قيمة الريوستات حتى يمر في الدائرة تيار مناسب.
3. نعين شدة التيار بالأميتر، وفرق الجهد بالفولتميتر.
4. نغير قيمة الريوستات ونعين شدة التيار وفرق الجهد مرة أخرى.
5. نكرر ذلك عدة مرات.
6. نضع النتائج في الجدول الآتي:

V(v)					
I(A)					

7. نقوم بعمل رسم بياني، بحيث يكون **V** على المحور الأفقي، **I** على المحور الرأسي، فتكون النقاط على خط واحد ويكون ميله مساويا



الملاحظات

بزيادة فرق الجهد تزداد شدة التيار.

الاستنتاج

شدة التيار المار في موصل تتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه (عند ثبوت درجة الحرارة)؛ وهذا هو نص قانون أوم. (V=IR)

تستخدم هذه الدائرة في تعيين قيمة مقاومة مجهولة R

مثال

أراد طالب أن يختبر جهازا وجده في المختبر، فوجد أنه عند توصيله بمصدر كهربي قوته الدافعة **1.5V** مر بالجهاز تيار شدته **45 μA** وعندما استبدل المصدر الكهربي بآخر قوته الدافعة الكهربية **3V** مر تيار شدته **0.25 mA** فهل الجهاز يخضع لقانون أوم أم لا؟ ولماذا؟ «بفرض ثبوت درجة الحرارة»

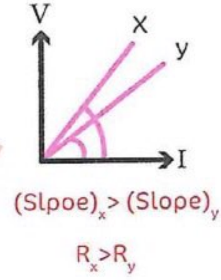
الحل

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{1.5}{45 \times 10^{-6}} = \frac{1}{3} \times 10^5 \Omega$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{3}{0.25 \times 10^{-3}} = 1.2 \times 10^4 \Omega$$

إذًا الجهاز لا يخضع لقانون أوم نظرًا لاختلاف المقاومة في الحالتين

رسومات بيانية هامة "قانون أوم"



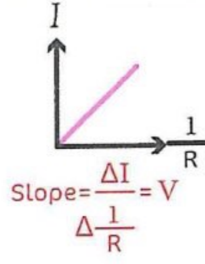
$(Slope)_x > (Slope)_y$

$R_x > R_y$

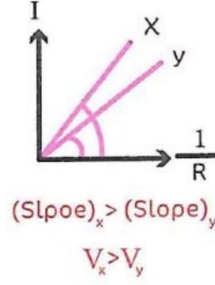
$(Slope)_x > (Slope)_y$

$\left(\frac{1}{R_x}\right) > \left(\frac{1}{R_y}\right)$

$R_x < R_y$

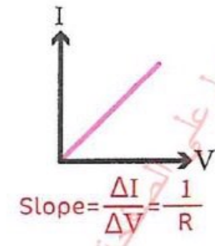


$Slope = \frac{\Delta I}{\Delta \frac{1}{R}} = V$

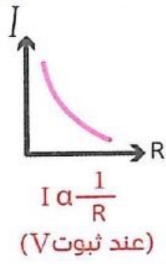


$(Slope)_x > (Slope)_y$

$V_x > V_y$

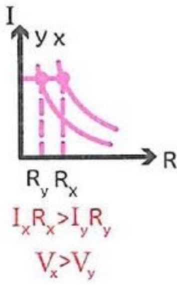


$Slope = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{1}{R}$



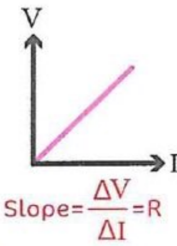
$I \propto \frac{1}{R}$

(عند ثبوت V)



$I_x R_x > I_y R_y$

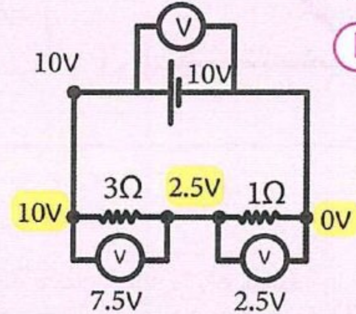
$V_x > V_y$



$Slope = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R$

ملاحظات

①



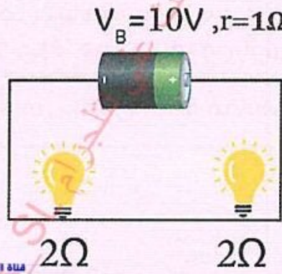
- تقوم البطارية بزيادة الجهد عبرها، ولكن لا تُزيد من الشحنة (الشحنة ثابتة)

$W = V.Q$

- يوزع جهد البطارية على مقاومات الدائرة بنفس نسب المقاومات

② $V_B = 10V$, $r = 1\Omega$

إذا كان للبطارية مقاومة داخلية r يُوزع جهد البطارية على المقاومة الداخلية والمقاومات الخارجية بنفس نسب المقاومات.



$I = \frac{10}{2+2+1} = 2A$

$V_{in} = Ir = 2V$

$V_{out} = IR' = 8V$

$V_B = 10V$ → $V_{in} = 2V$, $V_{out} = 8V$

كفاءة البطارية $= \frac{V_{out}}{V_B} \times 100 = \frac{8}{10} \times 100 = 80\%$

نسبة الجهد المفقود $= \frac{V_{in}}{V_B} \times 100 = \frac{2}{10} \times 100 = 20\%$

القدرة الكهـــربية

- هي معدل بذل الشغل
- هي معدل استهلاك الطاقة
- هي الطاقة المُستهلكة في الثانية الواحدة
- هي الشغل المبذول في الثانية الواحدة

الوات
هو قدرة جهاز يستهلك طاقة قدرها 1 J كل 1 sec

$$P_W = \frac{W}{t} = \frac{V.Q}{t} = V.I = I^2R = \frac{V^2}{R}$$



ما معنى أن ؟

جهاز مكتوب عليه (220V-440W)؟

1. أي أن هذا الجهاز يحتاج لتشغيله إلى مصدر قوته الدافعة **220V** لكي يعمل بمعدل طبيعي.
2. وأن هذا الجهاز يستهلك طاقة كهربية بمعدل **440** جول/ث
3. وان هذا الجهاز يمر به تيار شدته **2A** علل ؟ $I = \frac{P_w}{V} = \frac{440}{220} = 2A$

إذا كان:

للمصدر جهد ثابت

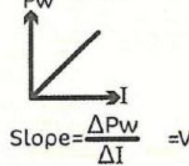
$$Pw_{\text{مصدر}} = V \, . \, I = \frac{V^2_{\text{مصدر}}}{R}$$

R: مقاومة الجهاز الموصل مع المصدر

$Pw_{\text{المصدر}} \alpha \frac{1}{R}$ (R: مقاومة الجهاز)



$Pw_{\text{مصدر}} \alpha I_{\text{المسحوب من المصدر}}$



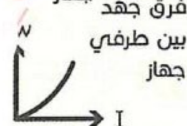
$Slope = \frac{\Delta Pw}{\Delta I} = V$

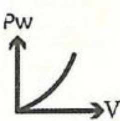
للجهاز مقاومة ثابتة

$$Pw_{\text{جهاز}} = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

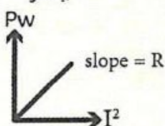
V: فرق جهد بين طرفي جهاز
R: مقاومة الجهاز

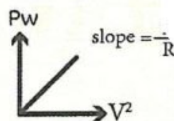
$Pw_{\text{جهاز}} \alpha V^2$ (فرق جهد بين طرفي جهاز)





$Pw_{\text{جهاز}} \alpha I^2$







①

إذا زاد شدة التيار الذي يسحبه جهاز للضعف فإن القدره المستهلكة في الجهاز.........................

الحل

تزداد إلى **4** أمثالها

$Pw \propto I^2, Pw = I^2R$

②

إذا زاد فرق الجهد بين طرفي الجهاز إلى الضعف فإن القدرة المستهلكة في الجهاز ....

الحل

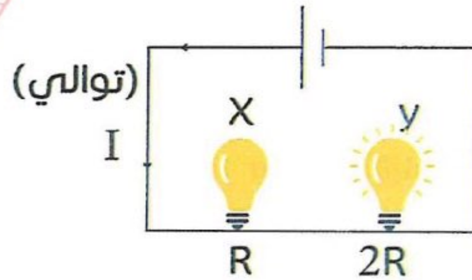
تزداد إلى **4** أمثالها

$Pw \propto V^2, Pw = \frac{V^2}{R}$

الإضـــاءة

الحكم على الإضاءة يتم عن طريق معدل استهلاك الطاقة Pw

أي المصباحين إضاءته أكبر؟؟ علما بأن $R_X < R_Y$

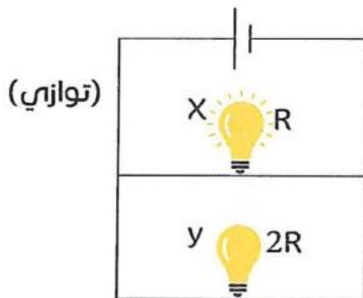


[في هذه الحالة I متساوي في المصباحين]

$P_W = I^2R \longrightarrow Pw \propto R$

$\because R_x < R_y \qquad \therefore I_xR_x < I_yR_y$

$P_{W_x} < P_{W_y}$



[في هذه الحالة فرق الجهد بين طرفي كل من المصباحين متساوي Vx=Vy]

$P_W = \frac{V^2}{R} \longrightarrow Pw \propto \frac{1}{R}$

$\because R_x < R_y \qquad \therefore \frac{V^2}{R_x} > \frac{V^2}{R_y}$

$P_{W_x} > P_{W_y}$

كمية الحرارة المتولدة في طريق سلك أو جهاز

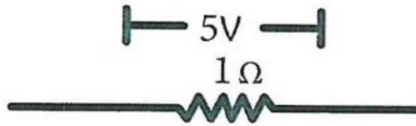
للحكم على أيهما يُنتج حرارة أكثر نستخدم القدرة Pw

السلك ①



$Pw=I^2R=25\times10=250W$

السلك ②



$Pw=\frac{V^2}{R}=\frac{25}{1}=25W$

إذًا السلك ① يُنتج حرارة أكثر من السلك ②

$Pw_1=10Pw_2$

أسئلة

ماذا يحدث عند زيادة فرق الجهد بين طرفي موصل للضعف بالنسبة لـ :

(أ) مُقاومة الموصل (ب) شدة تيار الموصل (جـ) القدرة المستهلكة في الموصل

الحل

(أ) ثابتة (ب) تزداد للضعف $I=\frac{V}{R}$ (جـ) تزداد إلى 4 أمثالها $Pw=\frac{V^2}{R}$



الوحدات التُجارية

W=Pw.t

J=Watt.S

Q=It

C=AS

الكيلو وات ساعة وأخواته

هو وحدة تجارية لقياس الطاقة الكهربية المستهلكة في عدادات المنازل.

Kwatt.hr=1000x60x60 J

$Kwatt.hr=3.6x10^6 J$

الميجا وات ساعة وأخواته

وحدة تجارية لقياس الطاقة الكهربية المستهلكة في عدادات المصانع.

$Mwatt.hr=3.6x10^9 J$



الأمبير ساعة وأخواته

هو وحدة تجارية لقياس شحنة بطارية السيارة.

A.hr=3600C



ما معنى أن ؟

ما معنى أن بطارية سيارة سعتها 70A.hr؟

← أي أن البطارية تعطي **1A** لمدة **70hr**

← أو **2A** لمدة **35hr**

← أو **5A** لمدة **14hr**

وهكذا ...



المللي أمبير ساعة

هو وحدة تجارية تستخدم لقياس شحنة بطارية الموبايل.

mA.hr=3.6C





مسائل

سخان كهربي قدرته 1100W ويعمل على مصدر جهده 220V احسب ما يلي:

① مُقاومة سلكه.

$$P_W=\frac{V^2}{R} \longrightarrow R=\frac{V^2}{Pw}=\frac{(220)^2}{1100}=44\Omega$$

② شدة التيار المار في المصدر.

$$I=\frac{Pw}{V}=\frac{1100}{220}=5A$$

③ الشحنة الكهربية المارة في كل دقيقة.

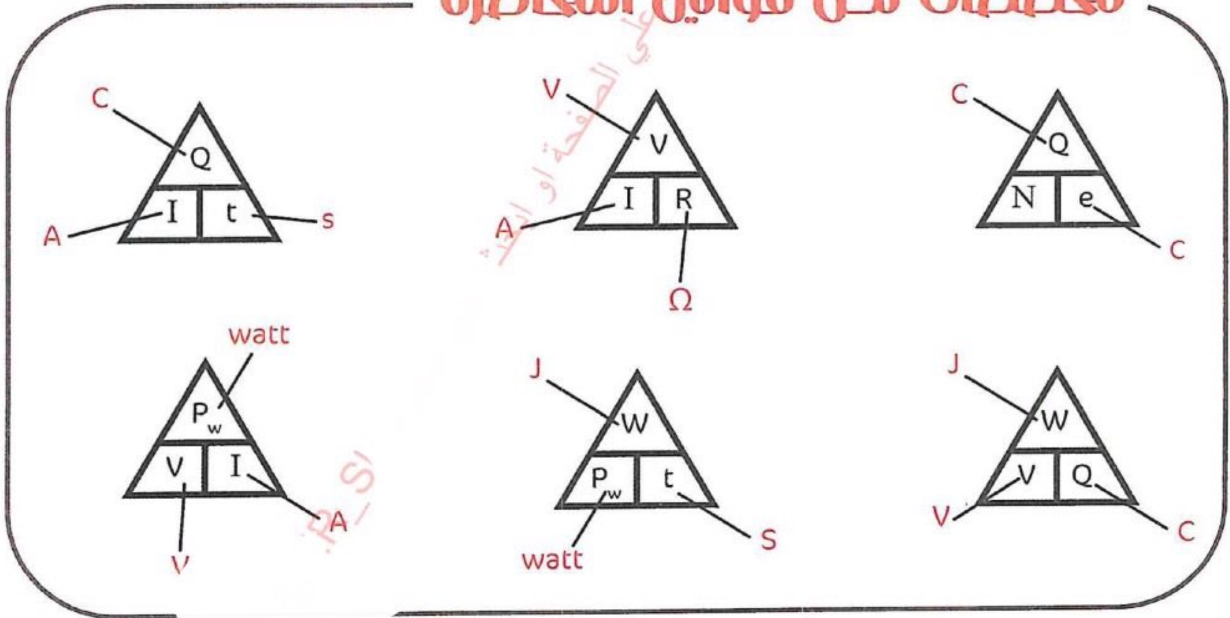
$Q=It=5x60=300C$

④ الطاقة الكهربية التي يستهلكها في عشر دقائق.

$W=VQ=VIt=220x5x10x60=660000J$

$W=Pw.t=1100x60x10=660000J$

مخططات لكل قوانين المحاضرة





ملاحظة هامة

قوانين ووحدات هامة للاستخدام في اشتقاق الوحدات:

$J=Kgm^2S^{-2}$

$F=ma$
$N=KgmS^{-2}$

$W=Fd$
$J=N.m$



ملخص قوانين المحاضرة

الكمية الفيزيائية	القوانين	وحدة القياس	الوحدات المكافئة
كمية الكهربية Q	$Q=Ne$ $Q=It$	C	A.s
شدة التيار الكهربي I	$I=\frac{Q}{t}$ $I=\frac{Ne}{t}$ $I=\frac{V}{R}$	A	$C.s^{-1}$ $V.\Omega^{-1}$ $Watt.v^{-1}$
فرق الجهد الكهربي V	$V=\frac{W}{Q}$ $V=IR$	V	$J.C^{-1}$ $A.\Omega$ $Watt.A^{-1}$
الطاقة الكهربية W	$W=V.Q$ $W=V.It$ $W=V.Ne$ $W=I^2Rt$ $W=\frac{V^2}{R}t$ $W=P_w.t$	J	V.C Watt.sec V.A.sec $A^2.\Omega.sec$ $V^2.sec.\Omega^{-1}$
القدرة الكهربية Pw	$P_w=\frac{W}{t}$ $P_w=\frac{V.Q}{t}$ $P_w=V.I$ $P_w=I^2R$ $P_w=\frac{V^2}{R}$	Watt	V.A $J.sec^{-1}$ $V.C.sec^{-1}$ $A^2.\Omega$ $V^2\Omega^{-1}$
المقاومة الكهربية R	$R=\frac{V}{I}$	Ω	$V.A^{-1}$ $J.A^{-2}.sec^{-1}$ $V^2.sec.J^{-1}$ $Watt.A^{-2}$ $V^2.Watt^{-1}$

المحاضرة الثالثة

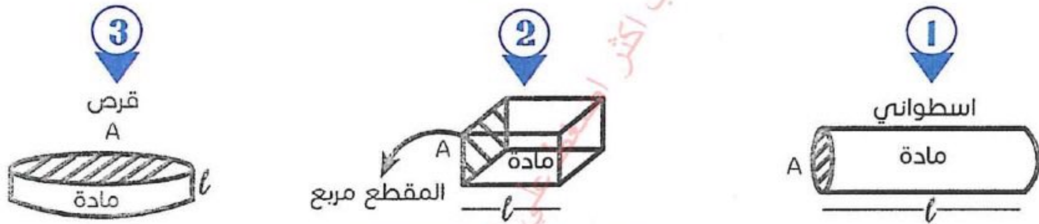
المقاومة الكهربية



محتويات المحاضرة

مقاومة الموصل - المقاومة النوعية - التوصيلية الكهربية
إرشادات حل المسائل (المباشرة، أفكار سحب سلك وثني سلك، مسائل الحالتين)

تمهيد 1 : شكل الموصل



$$m_{\text{موصل}} = \rho_{\text{مادة الموصل}} \cdot V_{OL} = \rho . A . \ell$$

كتلة
كثافة

تمهيد 2 :

1 لكل مادة مجموعة من الخواص الفيزيائية المميزة لها مثل الكثافة والصلابة والمرونة.

2 تتوقف الخواص الفيزيائية للمادة على تركيب المادة وحالتها الفيزيائية.

3 من ضمن الخواص الفيزيائية للمادة خاصيتين مهمتين

أ - المقاومة النوعية ρ_e ب - التوصيلية الكهربية للمادة σ



المقاومة النوعية ρ_e

هي إحدى الخواص الفيزيائية للمادة وتتوقف على :

- نوع المادة ← حيث تقل بزيادة تركيز الإلكترونات الحرة في الموصل المعدني
- درجة الحرارة ← حيث تزيد بزيادة درجة حرارة الحرة في الموصل المعدني

وهي تعبر عن مدى مقاومة المادة لمرور التيار

المقاومة النوعية لمادة ρ_e :

هي مقاومة موصل من تلك المادة طوله 1 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة حرارة معينة ← وحدة القياس : Ω.m

مقاومة موصل R $\quad R = \frac{V}{I}$

مقاومة الموصل

هي خارج قسمة فرق الجهد بين طرفيه على شدة التيار المار فيه.

الأوم Ω

هو مقاومة موصل يسمح بمرور تيار شدته 1 A عندما تؤثر على طرفيه بفرق جهد 1 V



بالرغم من أن $R = \frac{V}{I}$ إلا أن R لا تتوقف على V أو I

العوامل التي تتوقف عليها مقاومة موصل

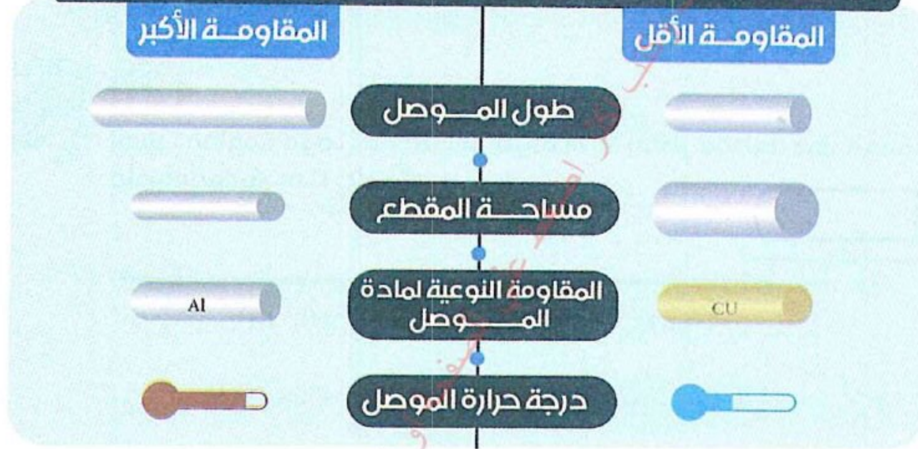


قانون تعيين قيمة موصل

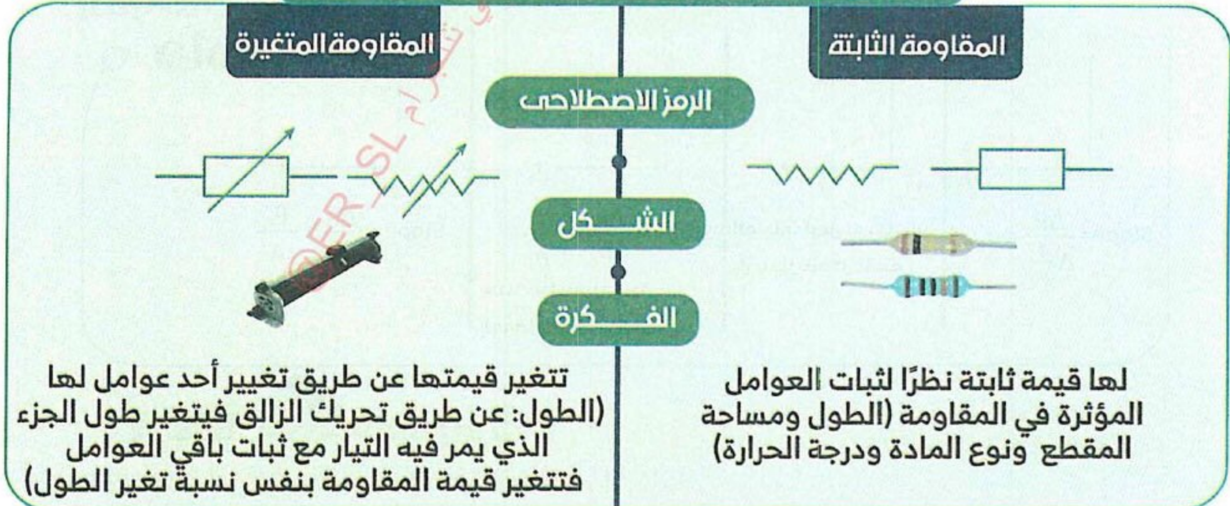
$$R = \rho_e \frac{\ell}{A}$$

- طول الموصل (m)
- مقاومة الموصل بالأوم (Ω)
- المقاومة النوعية (Ω.m)
- مساحة المقطع (m^2)

قارن بين. مقدار المقاومة من حيث العوامل التي تتوقف عليها



قارن بين أنواع المقاومات (الثابتة والمتغيرة):

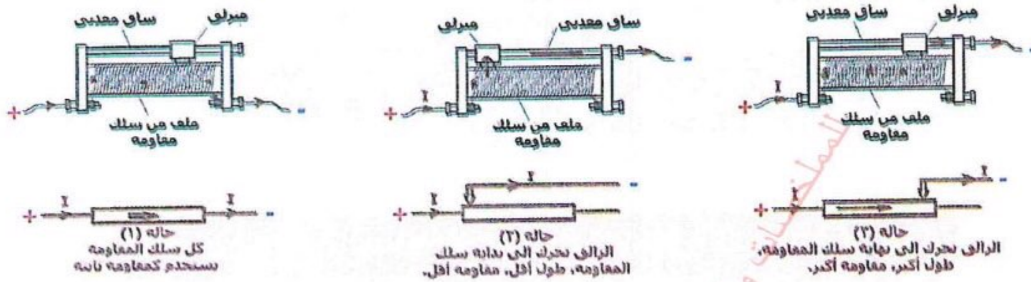


المقاومة المتغيرة	المقاومة الثابتة
تتغير قيمتها عن طريق تغيير أحد عوامل لها (الطول: عن طريق تحريك الزالق فيتغير طول الجزء الذي يمر فيه التيار مع ثبات باقي العوامل فتتغير قيمة المقاومة بنفس نسبة تغير الطول)	لها قيمة ثابتة نظرًا لثبات العوامل المؤثرة في المقاومة (الطول ومساحة المقطع ونوع المادة ودرجة الحرارة)



ملاحظة هامة

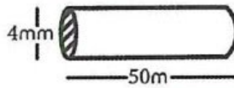
يمكن استخدام الريوستات للتحكم في شدة التيار المار في الدائرة الكهربية، لأن تغير موضع الزالق أو طريقة توصيل أطراف الريوستات يغير طول السلك الذي يمر به التيار فتتغير المقاومة المأخوذة من الريوستات ($R \propto \ell$) فتتغير شدة التيار المار في الدائرة حيث ($I \propto \frac{1}{R}$) كما هو موضح بالأشكال التالية:





مثال

احسب مقاومة موصل من النحاس طوله 50 m وقطر مقطعه 4 mm ومقاومة مادته النوعية $1.7\times10^{-8}\ \Omega.m$

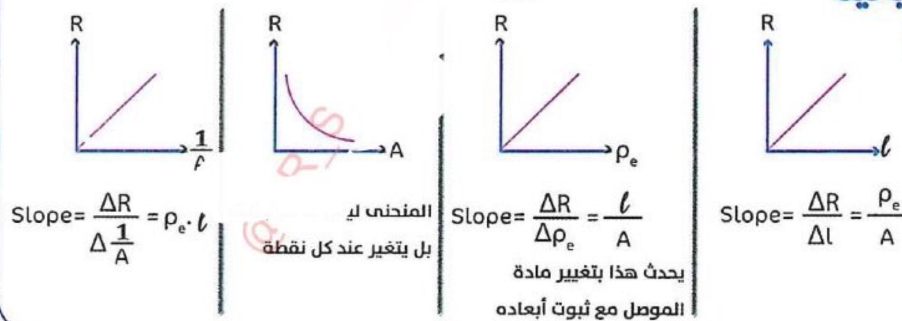


$$A = \pi r^2 = \pi\,(2\times10^{-3})^2 = 1.26\times10^{-5}\ m^2$$

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A} = 1.7\times10^{-8} \times \frac{50}{1.26\times10^{-5}} = 0.067\ \Omega$$

رسومات بيانية هامة

$$R = \frac{\rho_e \ell}{A}$$



Slope= $\frac{\Delta R}{\Delta l} = \frac{\rho_e}{A}$	Slope= $\frac{\Delta R}{\Delta \rho_e} = \frac{\ell}{A}$ يحدث هذا بتغيير مادة الموصل مع ثبوت أبعاده	المنحنى ليس له ميل ثابت بل يتغير عند كل نقطة	Slope= $\frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{A}} = \rho_e \cdot \ell$




ما معنى أن؟

ما معنى أن المقاومة النوعية لمادة X هي $1.8\times10^{-8}\ \Omega.m$ ؟

أي أن مقاومة موصل من المادة X طوله 1 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة حرارة معينة هي $1.8\times10^{-8}\ \Omega$

أسئلة

① علل؟؟ إذا زاد طول الموصل فقط للضعف فإن مقاومته النوعية تظل ثابتة!!

لأنها خاصية مميزة لنوع المادة ويتحقق ذلك رياضياً أيضاً لأنه بزيادة الطول للضعف تزداد المقاومة للضعف ومن العلاقة $\rho_e = \frac{RA}{\ell}$ تظل المقاومة النوعية ثابتة

$\rho_e(\Omega.m)$ — $\ell(m)$

② علل؟؟ إذا زادت مساحة موصل فقط للضعف فإن مقاومته النوعية تظل ثابتة!!

لأنها خاصية مميزة لنوع المادة ويتحقق ذلك رياضياً أيضاً لأنه بزيادة المساحة للضعف تقل المقاومة للنصف ومن العلاقة $\rho_e = \frac{RA}{\ell}$ تظل المقاومة النوعية ثابتة

$\rho_e(\Omega.m)$ — $A(m^2)$

لا تتغير المقاومة النوعية بتغير الطول أو المساحة !

التوصيلية الكهربية لمادة σ

هي إحدى الخواص الفيزيائية للمادة وتتوقف على :
- نوع المادة: حيث تزيد بزيادة تركيز الإلكترونات الحرة في الموصل المعدني
- درجة الحرارة: حيث تقل بزيادة درجة الحرارة في الموصل المعدني

وهي تعبر عن مدى قدرة المادة على توصيل الكهرباء

التوصيلية الكهربية لمادة σ :

هي مقلوب المقاومة النوعية لمادة ← وحدة القياس : $\Omega^{-1}.m^{-1}$

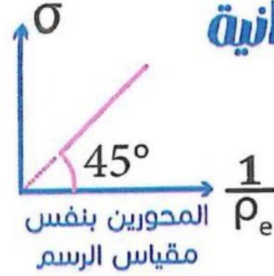
قانون التوصيلية الكهربية

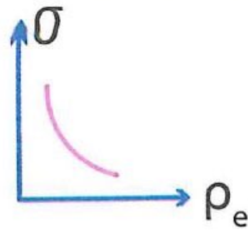
$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{\ell}{RA}$$

- σ : التوصيلية الكهربية لمادة الموصل ($\Omega^{-1}.m^{-1}$)
- ρ_e : المقاومة النوعية ($\Omega.m$)
- ℓ : طول الموصل (m)
- R : مقاومة الموصل (Ω)
- A : مساحة المقطع (m^2)

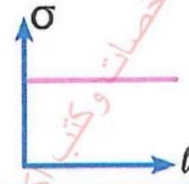
كلما زادت المقاومة النوعية لمادة قلت التوصيلية الكهربية لها

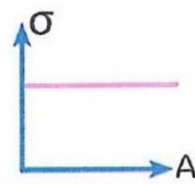
رسومات بيانية هامة





لا تتوقف التوصيلية الكهربية لمادة على : شكل الموصل أو طوله أو مساحة مقطعه





مقارنة

	المقاومة النوعية لمادة	التوصيلية الكهربية لمادة
القانون	$\rho_e = \frac{RA}{\ell}$	$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{\ell}{RA}$
وحدة القياس	$(\Omega.m)$	$(\Omega^{-1}.m^{-1})$
الرسم البياني	ρ_e – ℓ ρ_e – A	σ – ℓ σ – A
العوامل المؤثرة	تتوقف على نوع المادة ودرجة الحرارة	تتوقف على نوع المادة ودرجة الحرارة
العوامل الغير مؤثرة	لا تتوقف على طول الموصل ومساحة مقطعه	لا تتوقف على طول الموصل ومساحة مقطعه



أسئلة وأفكار زاد و قل

إذا زاد طول موصل للضعف فإن مقاومته سوف .... تزداد للضعف

إذا زادت مساحة مقطع موصل للضعف فإن مقاومته سوف .... تقل للنصف

إذا زاد طول موصل للضعف وقلت مساحته للنصف فإن فإن مقاومته سوف .... تزداد إلى 4 أمثالها , تزداد بمقدار 3 أمثالها

الحل

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A} \longrightarrow 1 \times \frac{2}{0.5} \longrightarrow 4$$

$$R_2 = 4\,R_1$$

موصل قل نصف قطره للثلث فإن مقاومته سوف .... تزداد إلى 9 أمثالها , تزداد بمقدار 8 أمثالها

الحل

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A} = \rho_e \frac{\ell}{\pi r^2} \longrightarrow 1 \times \frac{1}{(\frac{1}{3})^2}$$

$$R_2 = 9\,R_1$$

رتّب

الموصلات التالية موضح عليها طولها وقطرها ومقاومتها وهي من مواد مختلفة، رتبهم من حيث **التوصيلية الكهربية**

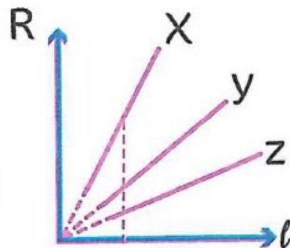
$$\sigma = \frac{\ell}{RA} = \frac{\ell}{R\pi r^2}$$

①	②	③	④
R	2R	0.5R	3R
2mm	4mm	1mm	3mm
ℓ	$\frac{3}{4}\ell$	$\frac{5}{4}\ell$	$\frac{4}{3}\ell$
$\sigma_1 = \frac{\ell}{R\pi r^2} = 1\frac{\ell}{R\pi}$	$\sigma_2 = \frac{\frac{3}{4}\ell}{2R\pi(2)^2} = \frac{3}{32}\frac{\ell}{R\pi}$	$\sigma_3 = \frac{\frac{5}{4}\ell}{0.5R\pi(0.5)^2} = 10\frac{\ell}{R\pi}$	$\sigma_4 = \frac{\frac{4}{3}\ell}{3R\pi(1.5)} = \frac{16}{81}\frac{\ell}{R\pi}$

$$\therefore \sigma_3 > \sigma_1 > \sigma_4 > \sigma_2$$

$$\rho_{e2} > \rho_{e4} > \rho_{e1} > \rho_{e3}$$

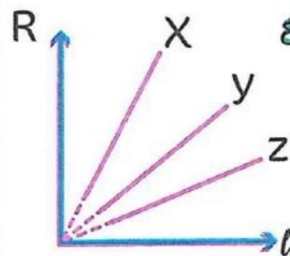
بياني $R = \frac{\rho_e \ell}{A}$



① مجموعات من الأسلاك من مواد مختلفة ولها جميعا نفس مساحة المقطع رتبهم من حيث ρ_e

(عند ثبوت A) $Slope = \frac{\Delta R}{\Delta \ell} = \frac{\rho_e}{A} \longrightarrow Slope \propto \rho_e$

$\because (Slope)_x > (Slope)_y > (Slope)_z$ $\therefore \rho_{ex} > \rho_{ey} > \rho_{ez}$

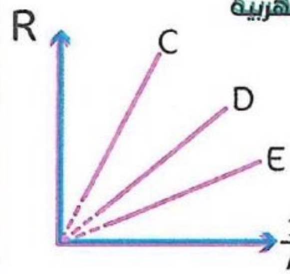


② مجموعات من الأسلاك من نفس المادة رتبها من حيث مساحة المقطع

(عند ثبوت ρ_e) $Slope = \frac{\Delta R}{\Delta l} = \frac{\rho_e}{A} \longrightarrow Slope \propto \frac{1}{A}$

$\because (Slope)_x > (Slope)_y > (Slope)_z$

$\therefore A_x < A_y < A_z$



③ مجموعات من الأسلاك لهم نفس الطول رتبهم من حيث التوصيلية الكهربية

(عند ثبوت ℓ) $Slope = \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{A}} = \rho_e \ell = \frac{1}{\sigma} \ell \longrightarrow Slope \propto \frac{1}{\sigma}$

$\because (Slope)_C > (Slope)_D > (Slope)_E$

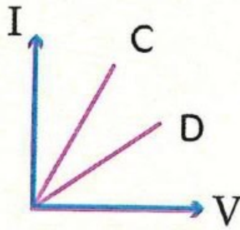
$\therefore \rho_{eC} > \rho_{eD} > \rho_{eE}$

$\therefore \sigma_C < \sigma_D < \sigma_E$

وَأَنَّ سَعْيَهُ سَوْفَ يُرَىٰ

بياني

$$R = \frac{V}{I} = \frac{\rho_e \, \ell}{A}$$

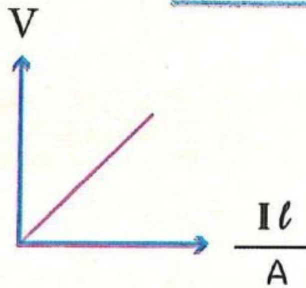


① موصلين C,D لهما نفس الطول ومساحة المقطع يكون ....

$$Slope = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{1}{R}$$

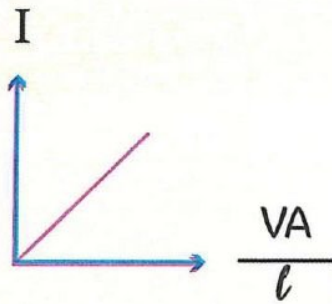
$$(Slope)_C > (Slope)_D \longrightarrow \left(\frac{1}{R}\right)_C > \left(\frac{1}{R}\right)_D \longrightarrow R_C < R_D$$

$$\left(\frac{\rho_e \ell}{A}\right)_C < \left(\frac{\rho_e \ell}{A}\right)_D \longrightarrow \rho_{eC} < \rho_{eD}$$



② أوجد الميل من العلاقة البيانية المقابلة:

$$Slope = \frac{\Delta V}{\Delta \frac{I\ell}{A}} = \frac{RA}{\ell} = \rho_e$$



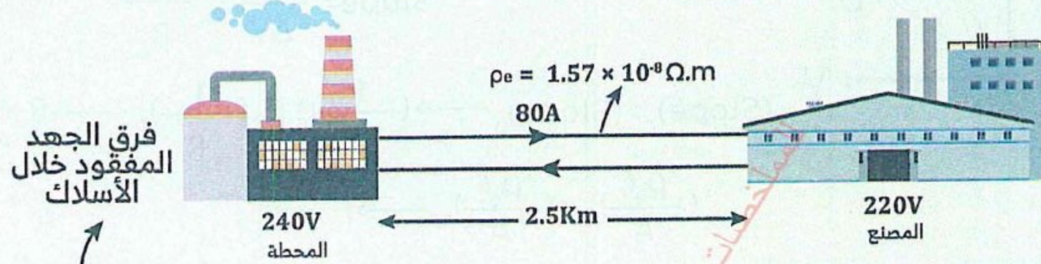
③ أوجد الميل من العلاقة البيانية المقابلة:

$$Slope = \frac{\Delta I}{\Delta \frac{VA}{\ell}} = \frac{\ell}{RA} = \sigma$$



مثـــال

تتصل محطة لتوليد الكهرباء بمصنع يبعد عنها مسافة 2.5Km بسلكين فإذا كان فرق الجهد بين طرفي السلكين عند المحطة 240V وبين الطرفين عند المصنع 220V وكان المصنع يستخدم تيارًا شدته 80A ، احسب مقاومة المتر الواحد من السلك، ونصف قطره
(إذا علمت أن المقاومة النوعية لمادة السلك $1.57 \times 10^{-8}\ \Omega.m$)



1) $V_{\text{أسلاك}} = V_{\text{محطة}} - V_{\text{مصنع}} = 240 - 220 = 20V$

2) $I_{\text{أسلاك}} = I_{\text{محطة}} = I_{\text{مصنع}} = 80A \rightarrow R_{\text{أسلاك}} = \frac{V_{\text{أسلاك}}}{I_{\text{أسلاك}}} = \frac{20}{80} = 0.25\Omega$

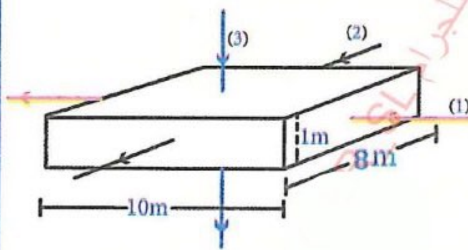
طول السلك الواحد هو نفسه المسافة بين المحطة والمصنع؛ ويكون الطول الكلي للأسلاك هو مجموع طولي السلكين (ذهاباً وإياباً)

3) $\ell_{\text{أسلاك}} = 2 \times d = 2 \times 2.5 \times 1000 = 5000m \longrightarrow R_{\text{متر}} = \frac{R_{\text{أسلاك}}}{\ell_{\text{أسلاك}}} = \frac{0.25}{5000} = 5\times10^{-5}\Omega$

$\because R = \frac{\rho_e \ell}{A} = \frac{\rho_e \ell}{\pi r^2} \rightarrow r = \sqrt{\frac{\rho_e \ell}{\pi R}} = \sqrt{\frac{1.57 \times 10^{-8} \times 5000}{\pi \times 0.25}} = 0.01m = 1cm$

لاحظ أننا عوضنا بمقاومة الأسلاك الكلية وبالتالي وجب التعويض بالطول الكلي للأسلاك وكذلك؛ إذا استخدمنا مقاومة المتر الواحد من السلك لكنا عوضنا عن طول السلك بـ1 متر

متوازي مستطيلات



(هذا المتوازي له ثلاث مقاومات)

① إذا وُصل التيار في الإتجاه (1)

$(R_1)_{maximum} = \rho_e \frac{10}{1\times8} = \frac{5}{4}\rho_e$

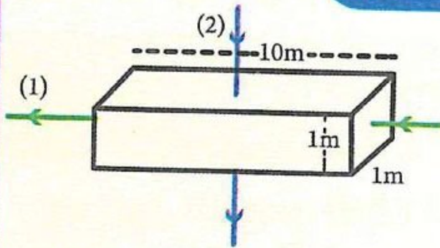
② إذا وُصل التيار في الإتجاه (2)

$(R_2)_{medium} = \rho_e \frac{8}{10\times1} = \frac{4}{5}\rho_e$

③ إذا وُصل التيار في الإتجاه (3)

$(R_3)_{minimum} = \rho_e \frac{1}{10\times8} = \frac{1}{80}\rho_e$

قضيب معدني مقطعه مربع



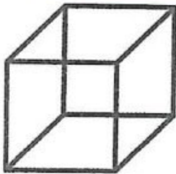
(هذا القضيب له مقاومتان)

① إذا وُصل التيار في الإتجاه (1)

$$(R_1) = \rho_e \frac{10}{1\times1} = 10\rho_e$$

② إذا وُصل التيار في الإتجاه (2)

$$(R_2) = \rho_e \frac{1}{10\times1} = \frac{1}{10}\rho_e$$



(له مقاومة واحدة)

المكعب

إذا وُصل التيار بين أي وجهين من وجهي المكعب تكون للمكعب نفس المقاومة لأن أبعاده متساوية

$$R = \frac{\rho_e l}{A} = R = \frac{\rho_e l}{l^2} \qquad R = \frac{\rho_e}{l}$$

الأسطوانة والقرص



مثال

موصل على شكل اسطوانة مساحة مقطعه $1cm^2$ وطوله 50m ومقاومته 0.2Ω ، صُنع من نفس مادته قرص سمكه 2mm ونصف قطر مقطعه 10mm احسب المقاومة بين وجهي القرص

عشان نحل السؤال ده تعالى الاول نحسب المقاومة النوعية

$$\rho_{e_{\text{مادة الاسطوانة والقرص}}} = R\frac{A}{l} = \frac{0.2\times1\times10^{-4}}{50} = 4\times10^{-7}\ \Omega.m$$



$l_{\text{قرص}} = 2\ mm \qquad , r_{\text{قرص}} = 10\ mm$

لاحظ أن المقاومة النوعية للاسطوانة والقرص واحدة

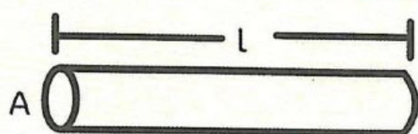
$$R_{\text{قرص}} = \rho_e \frac{l}{A} = \frac{4\times10^{-7}\times2\times10^{-3}}{\pi(10\times10^{-3})^2} = 2.55\times10^{-6}\ \Omega$$

أفكار ← زاد، قل، سحب، أعيد تشكيله

العبارة	الدلالة الرياضية
زاد طول الموصل لثلاثة أمثال طوله الأصلي	$l_2 = 3l_1$
زاد طول الموصل بمقدار ثلاثة أمثال طوله الأصلي	$l_2 = l_1 + 3l_1 = 4l_1$
زاد طول الموصل بنسبة 20%	$l_2 = l_1 + \frac{20}{100} l_1 = 1.2l_1$
قل طول الموصل إلى الثلث	$l_2 = \frac{l_1}{3}$
قل طول الموصل بمقدار الثلث	$l_2 = l_1 - \frac{l_1}{3} = \frac{2l_1}{3}$
قل طول الموصل بنسبة 30%	$l_2 = l_1 - \frac{30}{100} l_1 = 0.7\, l_1$
شحب سلك فزاد طوله إلى ثلاثة أمثال طوله الأصلي	$l_2 = 3l_1, A_2 = \frac{A_1}{3}$
أعيد تشكيل سلك فقل طوله إلى الثلث	$l_2 = \frac{l_1}{3}, A_2 = 3A_1$

سحب سلـك

عند سحب سلك يتغير طوله ومساحة مقطعه بينما يظل نوعه (ρ, σ, ρ_e) وكتلته وحجمه ثوابت



$Vol = A.l$ ← $A = \frac{Vol}{l}$ ، $l = \frac{Vol}{A}$

$R = \rho_e \frac{l}{A}$ ← $R = \rho_e \frac{l^2}{Vol}$ ، $R = \rho_e \frac{Vol}{A^2}$

(1) سحب سلك حتى زاد طوله للضعف فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

تزداد إلى أربع امثالها ، أو تزداد بمقدار ثلاثة أمثالها

$R \alpha \frac{l}{A} \longrightarrow 1 \times \frac{2}{0.5} \longrightarrow 4 \qquad R_2 = 4R_1$

طريقة أخرى $\longrightarrow R = \rho_e \frac{l^2}{Vol} \xrightarrow{R \alpha l^2} 1 \times \frac{(2)^2}{1} \longrightarrow 4 \qquad R_2 = 4R_1$

(2) سُحب سلك فزاد طوله بنسبة 50% فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

(تزداد إلى 2.25 مرة) ، (تزداد بمقدار 1.25مرة)

$l_2 = 1.5 l_1$

$R = \rho_e \frac{l^2}{Vol} \longrightarrow R \alpha l^2 \longrightarrow R_2 = 1.5^2 R_1 = 2.25 R_1$

(3) سُحب سلك حتى قلت مساحته إلى 80٪ مما كانت عليه فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

((تزداد إلى $\frac{25}{16}$ مرة ((1.5625 مرة)).((تزداد بمقدار $\frac{9}{16}$ مرة)) ((0.5625)) مرة

$R = \rho_e \frac{Vol}{A^2} \longrightarrow R \alpha \frac{1}{A^2} \longrightarrow R_2 = \frac{1}{(0.8)^2} R_1 = \frac{25}{16} R_1$

(4) سحب سلك حتى قلت مساحته للثلث فإن مقاومته سوف ....

(تزداد إلى تسع أمثالها) ، (تزداد بمقدار ثمانية أمثالها)

$R = \rho_e \frac{Vol}{A^2} \longrightarrow R \alpha \frac{1}{A^2} \longrightarrow R_2 = \frac{1}{(\frac{1}{3})^2} R_1 = 9R_1$

(5) شحب سلك حتى قلت مساحة مقطعه بمقدار 80٪ مما كانت عليه فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

(تزداد إلى 25 مرة).(تزداد بمقدار 24 مرة)

$A_2=20\%A_1 \longrightarrow A_2=0.2A_1$, $R=\rho_e\frac{Vol}{A^2} \longrightarrow R\alpha\frac{1}{A^2}$

$\longrightarrow R_2=\frac{1}{(0.2)^2}R_1=25R_1$

(6) -شحب سلك حتى قل نصف قطر مقطعه للنصف فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

(تزداد إلى 16 مرة).(تزداد بمقدار 15 مرة)

$R=\rho_e\frac{Vol}{A^2} \longrightarrow R\alpha\frac{1}{A^2}\ \alpha\ \frac{1}{(\pi r^2)^2} \longrightarrow R\alpha\frac{1}{r^4}$

$R_2=\frac{1}{(0.5)^4}R_1=16R_1$

ثُني سلك

سلك ثُني من منتصفه على نفسه ثم أُعيد توصيله بين موضع الانثناء والطرفين فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

(سوف تقل إلى الربع 25%).(تقل بمقدار 0.75 ((بمقدار 75%)))

0.5ℓ $2A$ A ℓ

$R=\rho_e\frac{\ell}{A} \longrightarrow 1\times\frac{0.5}{2} \longrightarrow 0.25$ $R_2=0.25R_1$

أُعيد تشكيله =هنعاملها زي شُحب

سلك أُعيد تشكيله حتى قل طوله للنصف فإن مقاومته سوف ....

الحل مع التفسير

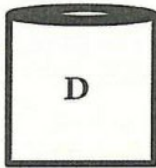
(تقل إلى الربع (تقل إلى 25%) ، (تقل بمقدار 75%)

$$R=\rho_e \frac{\ell}{A}=\rho_e \frac{\ell^2}{Vol} \longrightarrow R\alpha \ell^2$$

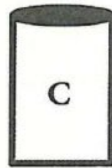
$$R_2=(0.5)^2 R_1 \longrightarrow R_2=(0.25)\ R_1$$

السلك المصمت والأنبوبة الجوفاء

سلك مصمت C نصف قطر مقطعه 1mm و أنبوبة جوفاء D نصف قطرها الداخلي 1mm ونصف قطرها الخارجي 2mm السلك والانبوبة من نفس المادة ولهما نفس الطول احسب النسبة بين مقاومتيهما $\frac{R_c}{R_D}$



الأنبوبة الجوفاء



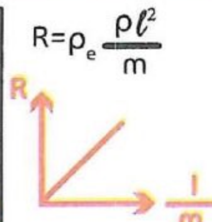
مصمت

الحل مع التفسير

$$\frac{R_c}{R_D}=\frac{\rho_{eC}\ell_C A_D}{\rho_{eD}\ell_D A_C}=\frac{A_D}{A_C}=\frac{A_{خارجى}-A_{داخلى}}{A_C}=\frac{\pi(2)^2-\pi(1)^2}{\pi(1)^2}=\frac{4-1}{1}=\frac{3}{1}$$

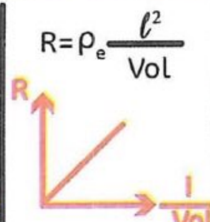
رسم بياني هام

$$R=\rho_e \frac{\rho \ell^2}{m}$$



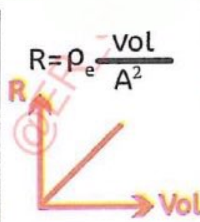
$$Slope=\frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{m}}=\rho_e\ \rho \ell^2$$

$$R=\rho_e \frac{\ell^2}{Vol}$$



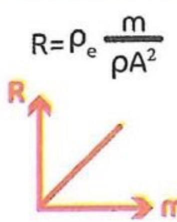
$$Slope=\frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{Vol}}=\rho_e \ell^2$$

$$R=\rho_e \frac{Vol}{A^2}$$



$$Slope=\frac{\Delta R}{\Delta Vol}=\frac{\rho_e}{A^2}$$

$$R=\rho_e \frac{m}{\rho A^2}$$



$$Slope=\frac{\Delta R}{\Delta m}=\frac{\rho_e}{\rho A^2}$$

أمثلة هامة

(1) سلكان من نفس المادة طول الأول ضعف الثاني،وكتلة الأول نصف كتلة الثاني.
احسب النسبة بين مقاومتيهما



$m_{\text{سلك}} = \rho Vol$

الحل مع التفسير

$$R=\rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \frac{l^2}{Vol} = \rho_e \frac{\rho l^2}{m}$$

(لأن السلكان لهما نفس المادة)
$\rho_{e1}=\rho_{e2}$
$\rho_1=\rho_2$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e1}\,\rho_1\, l_1^2\, m_2}{\rho_{e2}\,\rho_2\, l_2^2\, m_1} = \frac{l_1^2\, m_2}{l_2^2\, m_1}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{(2)^2 x2}{(1)^2 x1} = \frac{8}{1}$$

(2) سلكان لهما نفس المقاومة من مادتين مختلفتين
فإذا علمت أن كثافة مادة الأول $\frac{3}{4}$ كثافة مادة الثاني
ومساحة مقطع الأول ضعف مساحة مقطع الثاني
وكتلة الأول $\frac{3}{2}$ كتلة الثاني. احسب النسبة بين مقاومتيهما النوعيتين

الحل مع التفسير

$$\rho_e = \frac{RA}{l} = \frac{RA^2}{Vol} = \frac{RA^2\rho}{m} \longrightarrow \frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}} = \frac{R_1\, A_1^2\, \rho_1\, m_2}{R_2\, A_2^2\, \rho_2\, m_1} = \frac{A_1^2\, \rho_1\, m_2}{A_2^2\, \rho_2\, m_1} \quad (\text{عند } R_1=R_2)$$

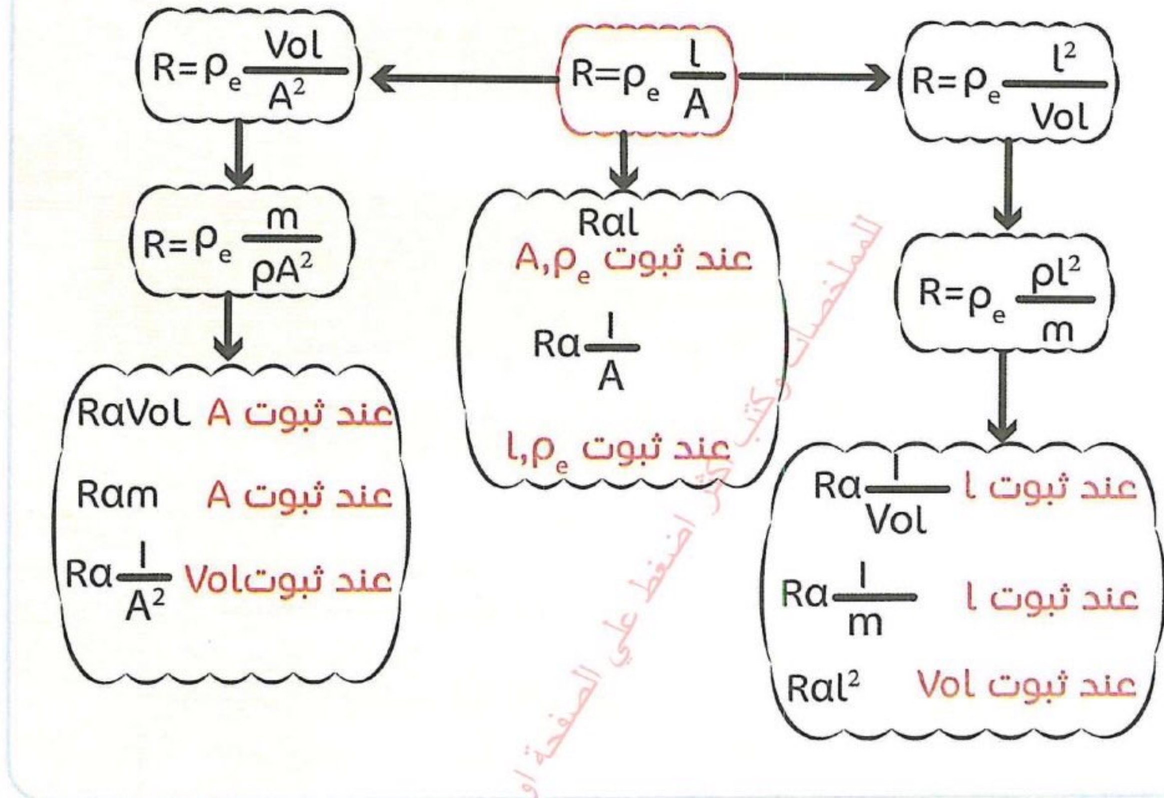
$$\frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}} = \frac{(2)^2 x3x2}{(1)^2 x4x3} = \frac{2}{1}$$

(3) سلكان مقاومة الأول ضعف مقاومة الثاني وطول الأول 3 أمثال طول الثاني ونصف قطر مقطع الأول يساوي 0.5 نصف قطر مقطع الثاني.
احسب النسبة بين توصيليتهما الكهربية

الحل مع التفسير

$$\sigma = \frac{l}{RA} = \frac{l}{R\pi r^2} \longrightarrow \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{l_1\, R_2 \pi r_2^2}{l_2\, R_1 \pi r_1^2} = \frac{3x1x(2)^2}{1x2x(1)^2} = \frac{6}{1}$$

ملخص القوانين





المحاضرة الرابعة

توصيل المقاومات

محتويات المحاضرة

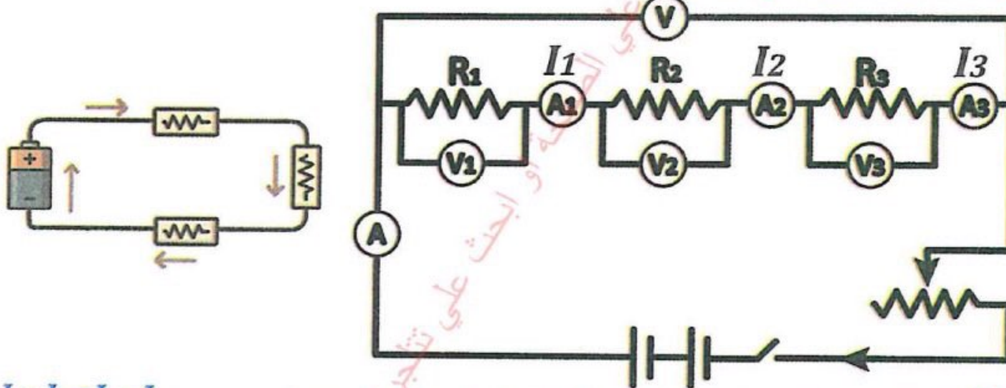
- توصيل المقاومات على التوالي - توزيع الجهد على المقاومات المتصلة على التوالي
- توصيل المقاومات على التوازي - توزيع التيار على المقاومات المتصلة على التوازي - أفكار هامة - الاتزان الكهربي طريقة النقط - الشبكة المنزلية

توصيل المقاومات على التوالي

الغرض: الحصول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات أصغر منها.

المعنى: الواحدة تلو الأخرى (في مسار واحد)

الشكل:



القواعد:

① التيار متساوي في جميع المقاومات (لا يحدث تفرع للتيار) ← $I_t = I_1 = I_2 = I_3$

② يتجزأ الجهد الكلي على المقاومات بنفس نسبها ← $V_t = V_1 + V_2 + V_3$

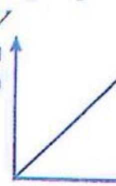
$I_t R_t = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3$ $\div I$

③ المقاومة الكلية هي مجموع المقاومات ← $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

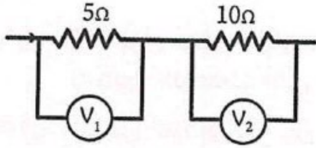
④ نسب الجهود المستنفذة في كل مقاومة هي نفسها نسب المقاومات ← $V_1 : V_2 : V_3 = R_1 : R_2 : R_3$

البياني:

$V = IR \xrightarrow{\text{(I ثابت)}} V \alpha R$

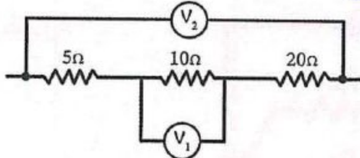


توزيع الجهد على المقاومات الموصلة على التوالي



① إذا كان $V_1 = 100V$ يكون $V_2 = 200V$

تذكر: $V_1 : V_2 = R_1 : R_2 = 1 : 2$



② إذا كان $V_1 = 4V$ أوجد V_2

الطريقة الأولى:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow \frac{4}{V_2} = \frac{10}{35} \rightarrow V_2 = \frac{35 \times 4}{10} = 14V$$

الطريقة الثانية:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{4}{10} = 0.4A$$

$$I_1 = I_t$$

$$V_2 = V_t = I_t R_t = 0.4 \times 35 = 14V$$

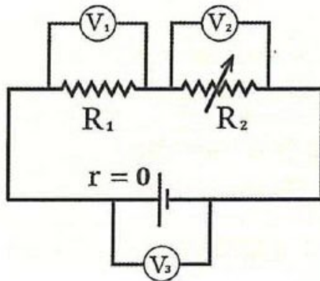
الطريقة الثالثة:

$$V_{10\Omega} : V_{5\Omega} = 2 : 1 \rightarrow V_{5\Omega} = 2V$$

$$V_{10\Omega} : V_{20\Omega} = 1 : 2 \rightarrow V_{20\Omega} = 8V$$

$$\therefore V_t = V_{5\Omega} + V_{10\Omega} + V_{20\Omega} = 2 + 4 + 8 = 14V$$

مثال هام



إذا زادت قيمة R_2 فإن ..

① V_1 تقل و V_2 تزداد

② النسبة $\frac{V_1}{V_2}$ تقل

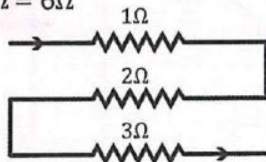
③ $V_3 = V_1 + V_2$ دائمًا قيمتها ثابتة. (في حالة $r=0$)

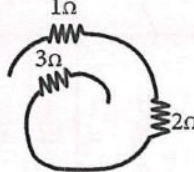
أمثلة على أشكال توصيل المقاومات على التوالي

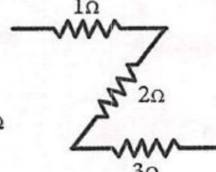
① ② ③ ④

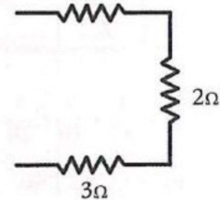
وفي كل الحالات السابقة

$R_t = 1\Omega + 2\Omega + 3\Omega = 6\Omega$







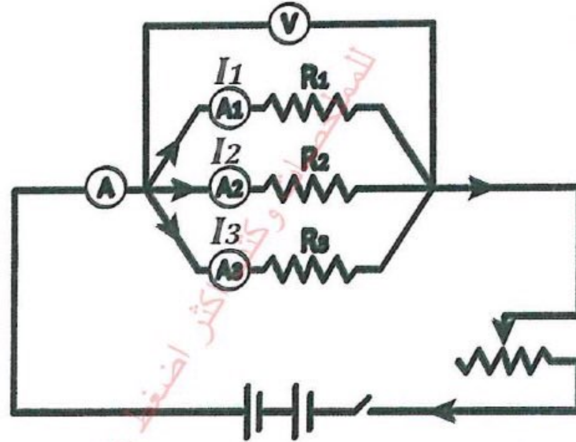


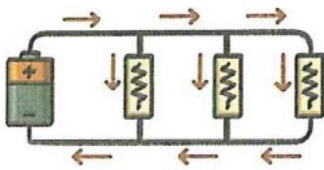
توصيل المقاومات على التوازي

الغرض: الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات أكبر منها، وتكون المحصلة أقل من أقل مقاومة في المجموعة.

المعنى: توصل المقاومات بين نفس النقطتين

الشكل:





القواعد:

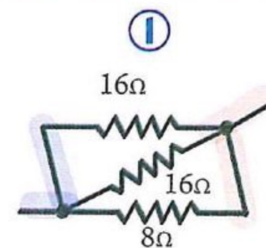
1. الجهد متساوي في جميع المقاومات ← $V_t=V_1=V_2=V_3$
2. يتجزأ التيار الكلي على المقاومات حسب قيمة المقاومات ← $I_t=I_1+I_2+I_3$

$$\frac{V_t}{R_t}=\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_2}{R_2}+\frac{V_3}{R_3} \quad \div V$$

3. مقلوب المقاومة الكلية يساوي مجموع مقلوب المقاومات ← $\frac{1}{R_t}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$
4. نسب شدة التيار عكس نسب المقاومات ← $I_1:I_2:I_3=\frac{V_1}{R_1}:\frac{V_2}{R_2}:\frac{V_3}{R_3}=\frac{1}{R_1}:\frac{1}{R_2}:\frac{1}{R_3}$

أمثلة على توصيل المقاومات على التوازي

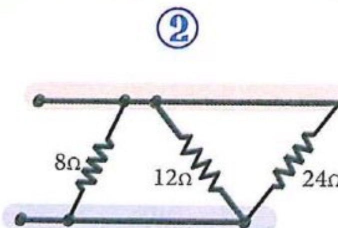
①



$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{16}+\frac{1}{16}+\frac{1}{8}=\frac{1}{4}$$

$R_t=4\Omega$

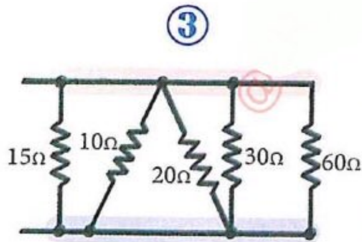
②



$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{8}+\frac{1}{24}+\frac{1}{12}=\frac{1}{4}$$

$R_t=4\Omega$

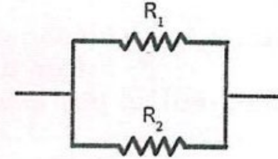
③



$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{15}+\frac{1}{10}+\frac{1}{20}+\frac{1}{30}+\frac{1}{60}=\frac{4}{15}$$

$R_t=\frac{15}{4}=3.75\Omega$

في حالة مقاومتين فقط

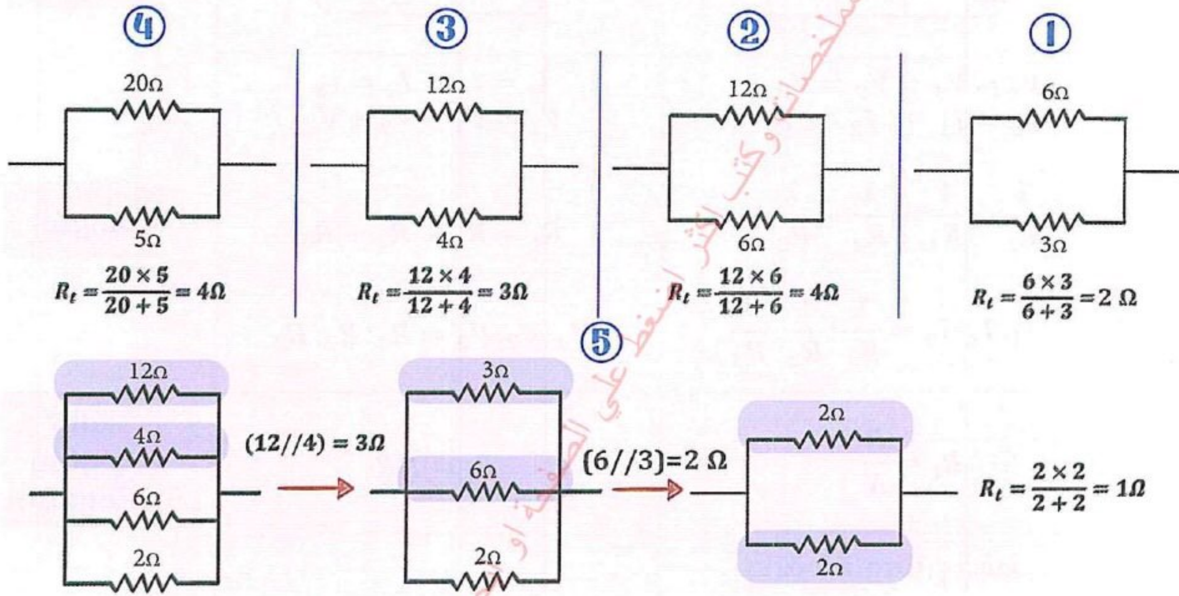


$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

R_t لمقاومتين فقط على التوازي $= \frac{\text{ضربهم}}{\text{جمعهم}}$

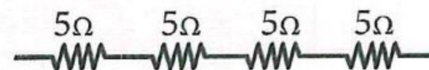
أمثلة



في حالة المقاومات المتساوية

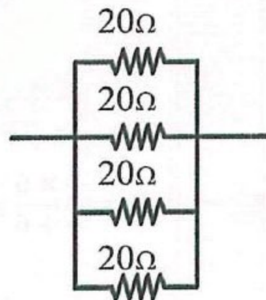
حالة التوالي

$$R_t = NR$$



$$= 4 \times 5 = 20\Omega$$

حالة التوازي

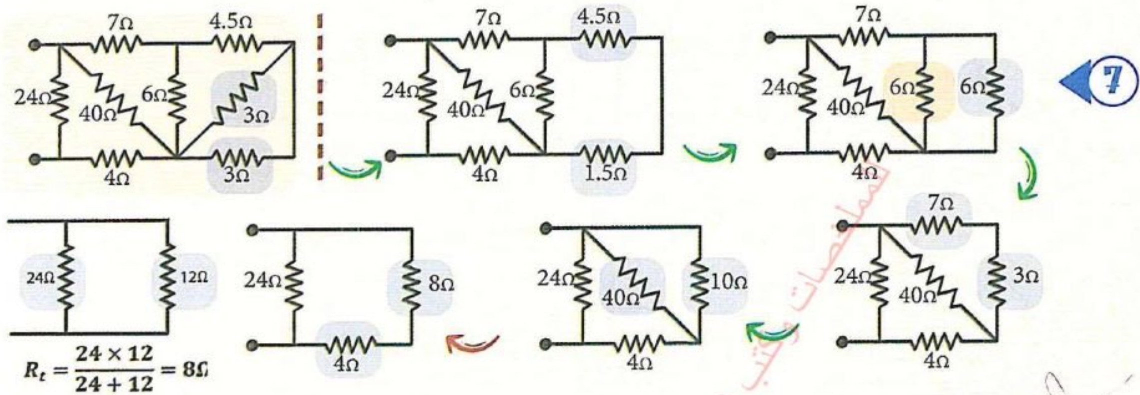


$$R_t = \frac{R}{N} = \frac{20}{4} = 5\Omega$$



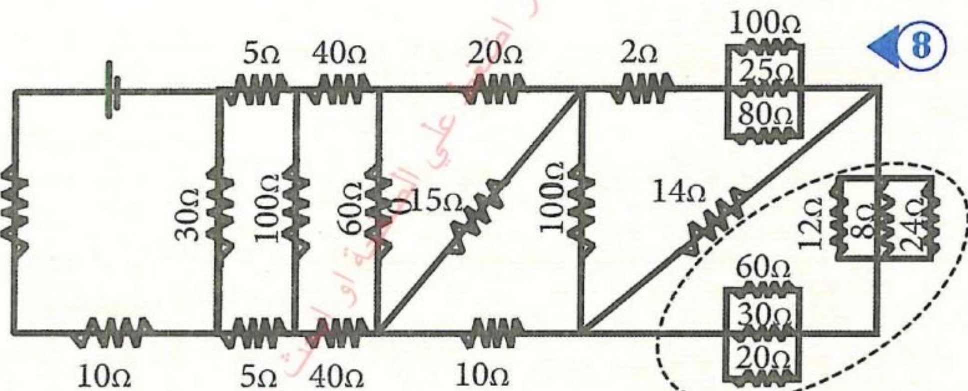
تابع أمثلة متدرجة على اختزال المقاومات

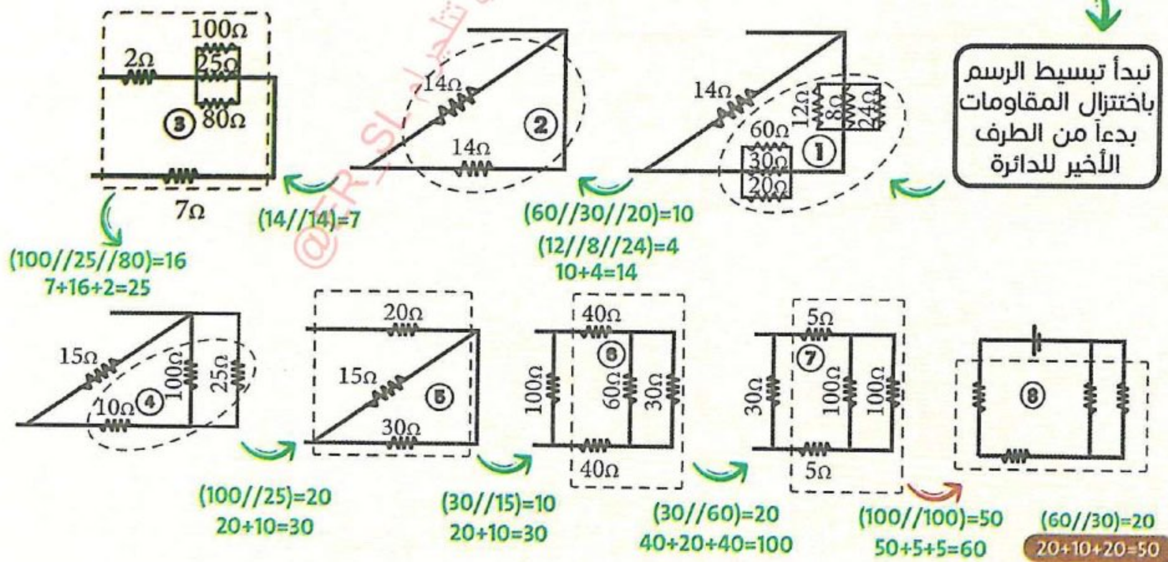
7



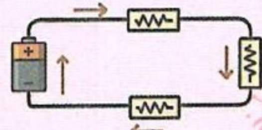
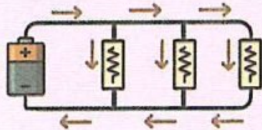
8





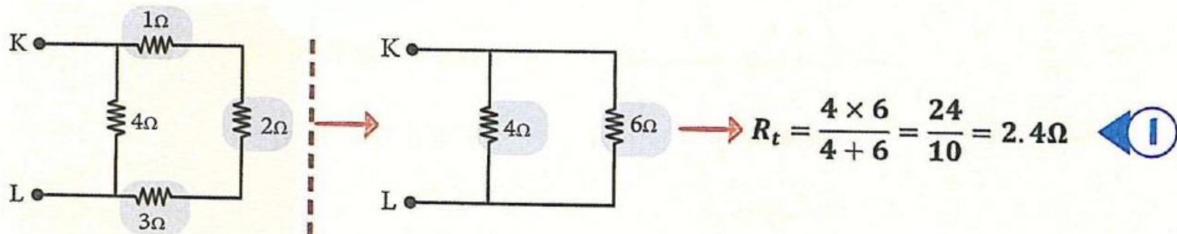


مقارنة

	توصيل المقاومات على التوالي	توصيل المقاومات على التوازي
الغرض	الحصول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات أصغر منها، وتكون المحصلة أكبر من أكبر مقاومة.	الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات أكبر منها، وتكون المحصلة أصغر من أصغر مقاومة.
الشكل		
القواعد	$I_t = I_1 = I_2 = I_3$ $V_t = V_1 + V_2 + V_3$ $R_t = R_1 + R_2 + R_3$ $V_1 : V_2 : V_3 = R_1 : R_2 : R_3$	$V_t = V_1 = V_2 = V_3$ $I_t = I_1 + I_2 + I_3$ $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}$
حالة تساوي المقاومات	$R_t = NR$	$R_t = \frac{R}{N}$ حالة مقاومتان فقط $R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $\frac{\text{ضربهم}}{\text{جمعهم}}$

أمثلة متدرجة على اختزال المقاومات

احسب المقاومة المكافئة بين طرفي كل دائرة من الدوائر التالية:

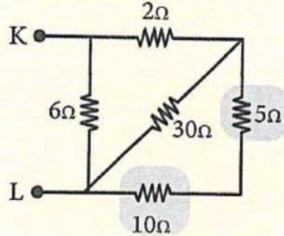
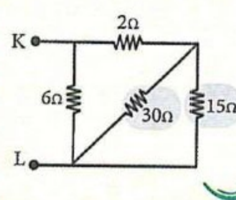
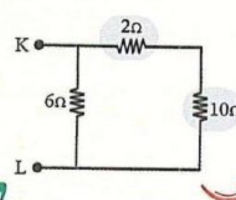
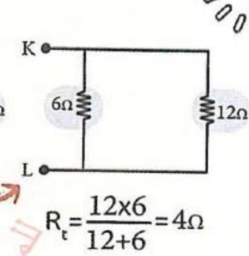
1. 

$R_t = \frac{4 \times 6}{4 + 6} = \frac{24}{10} = 2.4\Omega$



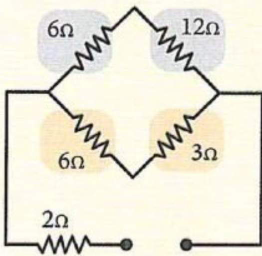
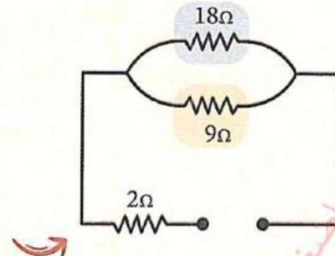
تابع أمثلة متدرجة على اختزال المقاومات

2

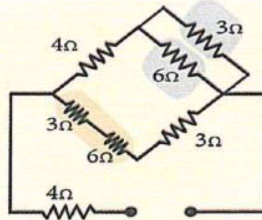
$R_t = \frac{12 \times 6}{12+6} = 4\Omega$

3

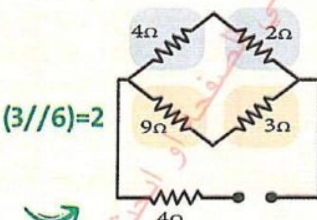
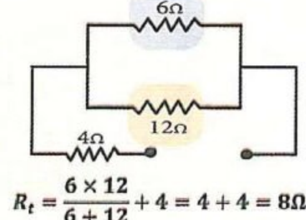



$R_t = \frac{18 \times 9}{18+9} + 2 = 6 + 2 = 8\Omega$

4

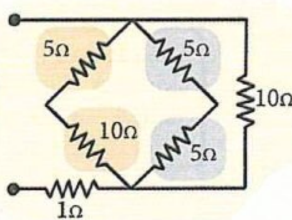
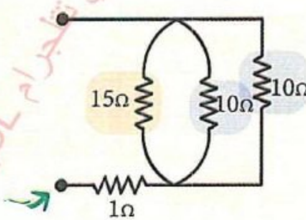


(3//6)=2

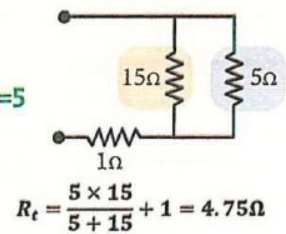



$R_t = \frac{6 \times 12}{6+12} + 4 = 4 + 4 = 8\Omega$

5

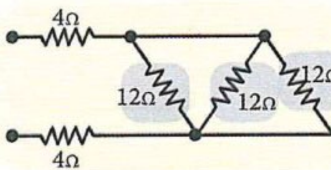



(10//10)=5

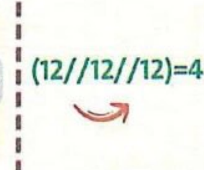
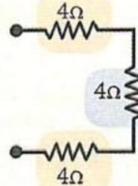


$R_t = \frac{5 \times 15}{5+15} + 1 = 4.75\Omega$

6



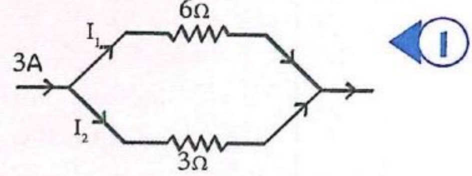
(12//12//12)=4

$R_t = 4 + 4 + 4 = 12\Omega$

توزيع التيار على المقاومات الموصلة على التوازي

1



أوجد I_1, I_2

طريقة (1) للحل:

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} = R_2 : R_1$$

$$\therefore I_1 : I_2 = 3:6 = 1:2$$

$$I_1 = 1A, I_2 = 2A$$

طريقة (2) للحل:

$$V_t = V_1 = V_2$$

$$I_t R_t = I_1 R_1 = I_2 R_2$$

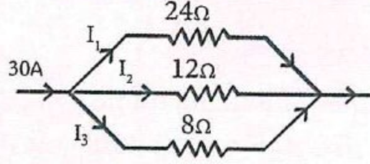
نجيب R_t الأول

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \longrightarrow R_t = 2\Omega$$

$$I_t R_t = I_1 R_1 \longrightarrow 3\times2 = I_1\times6 \longrightarrow I_1 = 1A$$

$$I_t R_t = I_2 R_2 \longrightarrow 3\times2 = I_2\times3 \longrightarrow I_2 = 2A$$

2



أوجد I_1, I_2, I_3

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \longrightarrow R_t = 4\Omega$$

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_t R_t = I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3$$

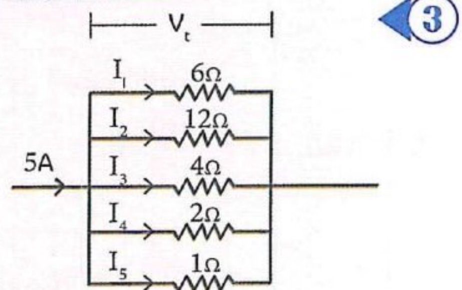
$$30\times4 = I_1\times24 = I_2\times12 = I_3\times8$$

$$I_1 = \frac{120}{24} = 5A , \quad I_2 = \frac{120}{12} = 10A \quad , I_3 = \frac{120}{8} = 15A$$

للتأكد:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 = 5 + 10 + 15 = 30A$$

3



$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} = \frac{2}{1} \longrightarrow R_t = \frac{1}{2}\,\Omega$$

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5$$

$$V_t = I_t R_t = 5\times0.5 = 2.5V$$

$$\therefore I_1 = \frac{2.5}{6} = \frac{5}{12}A , I_2 = \frac{2.5}{12} = \frac{5}{24}A , I_3 = \frac{2.5}{4} = \frac{5}{8}A, I_4 = \frac{2.5}{2} = \frac{5}{4}A , I_5 = \frac{2.5}{1} = 2.5A$$

$$I_t = \frac{5}{12} + \frac{5}{24} + \frac{5}{8} + \frac{5}{4} + 2.5 = 5A$$

قانون وقاعدة هامة:

$$I_{\text{فرع}} = \frac{I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}}}{R_{\text{فرع}}}$$

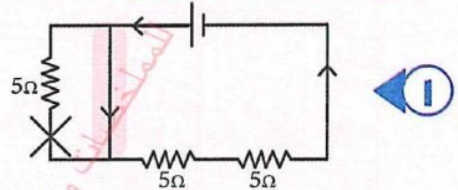
فكرة السلك الفاضي - الأميتر - المفتاح المغلق

$$R_{\text{سلك فاضي}} = R_{\text{أميتر مثالي}} = R_{\text{مفتاح مغلق}} = 0$$

دائما نعتبر أن مقاومة السلك في الدائرة صغيرة جدا لدرجة يمكن إهمالها، وإذا وُصل على التوازي مع مقاومة يمر التيار منه ولا يمر في المقاومة.

---

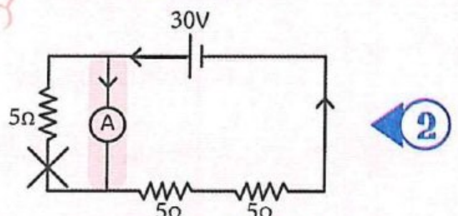
(1)



تُلغى المقاومة 5Ω لأن السلك الفاضي على التوازي معها، فيمر التيار من السلك الفاضي.

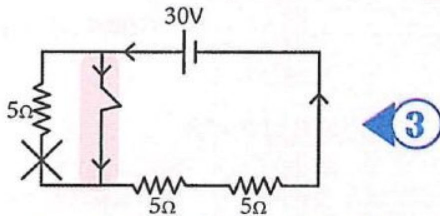
الأميتر المثالي مقاومته مهملة، ويُعامل كأنه سلك فاضي لذلك أيضا إذا وُصل على التوازي مع مقاومة فيمر التيار من فرع الأميتر ولا يمر من المقاومة.

(2)



تُلغى المقاومة 5Ω ويمر التيار كما بالشكل من الأميتر.

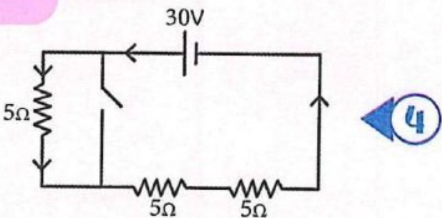
(3)



يمر التيار في المفتاح المغلق ولا يمر في 5Ω ويُعامل فرع المفتاح المغلق معاملة السلك الفاضي لأنه توازي مع المقاومة.

$$R_t = 10\Omega \;\rightarrow\; I = \frac{30}{10} = 3A$$

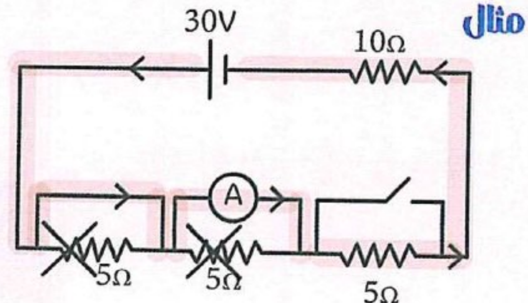
(4)



لا يمر التيار من المفتاح المفتوح

$$R_t = 15\Omega \;\rightarrow\; I = \frac{30}{15} = 2A$$

مثال



أوجد قراءة الأميتر والمفتاح مفتوح.

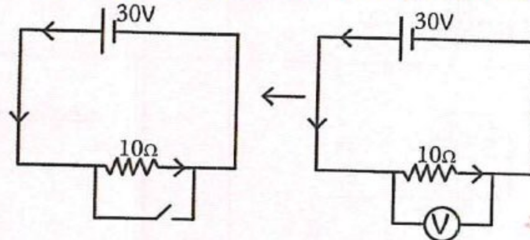
$$R_t = 10 + 5 = 15\Omega \;\rightarrow\; I = \frac{30}{15} = 2A$$

أوجد قراءة الأميتر والمفتاح مغلق.

$$R_t = 10\Omega \;\rightarrow\; I = \frac{30}{10} = 3A$$

فكرة المفتاح المفتوح - الفولتميتر

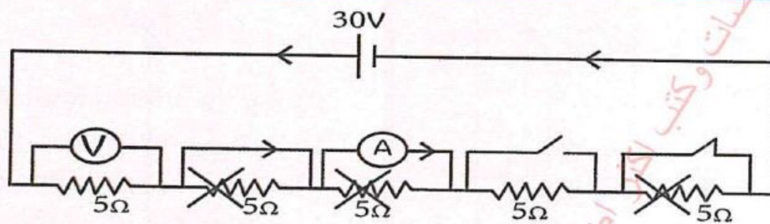
الفولتيمتر المثالي مقاومته لا نهائية، ويُعامل كأنه مفتاح مفتوح لا يمر منه تيار.



$$I = \frac{30}{10} = 3A$$

إذا اتصل فولتميتر مثالي أو مفتاح مفتوح على التوازي مع مقاومة، فإنه لا يؤثر على تيار الدائرة.

مثال احسب تيار الدائرة:



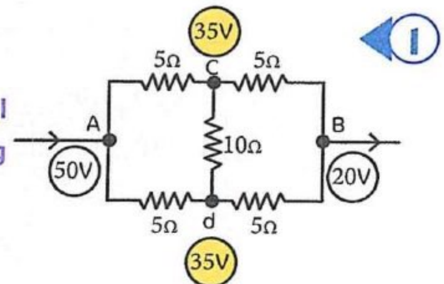
تُلغى المقاومات الموازية للسلك الفاضي وللأميتر وللمفتاح المغلق

$$R_t = 10\Omega \rightarrow I = \frac{30}{10} = 3A$$

فكرة الاتزان الكهربي

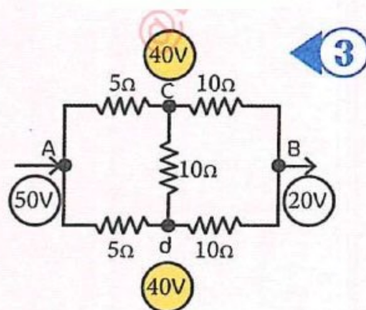
لا يمر التيار في مقاومة تصل بين نقطتين لهما نفس الجهد.

1

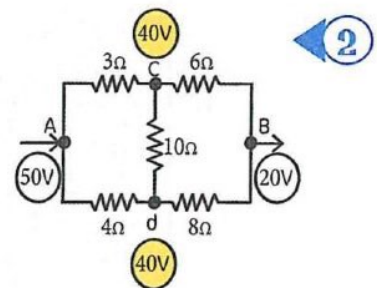


النقطتين d،c لهما نفس الجهد فيكون فرق الجهد بينهما صفر، ولا يمر تيار في المقاومة 10Ω

3



2

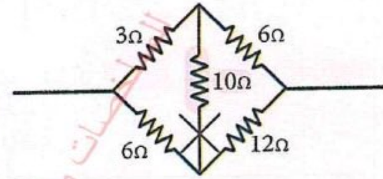


تابع فكرة الاتزان الكهربي

ما هي علامات إلغاء المقاومة (في حالة الاتزان)؟

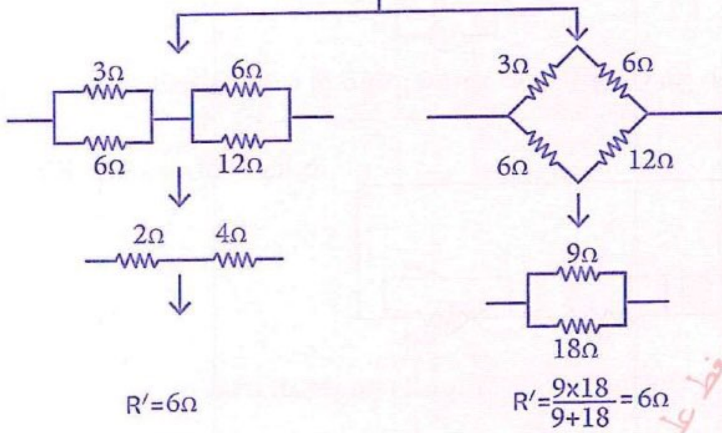
1- تساوي نسبة المقاومات.
2- أن لا تتصل بمدخل أو مخرج التيار.

مثال (1) احسب R للمجموعة.



تُلغى المقاومة 10Ω ولا يمر تيار كهربي فيها نظرا لتساوي نسب المقاومات (فوق وتحت) بنسبة 2 : 1 ولأن 10Ω غير متصلة بمخرج أو مدخل التيار.

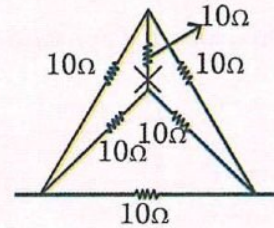
طريقتي الحل



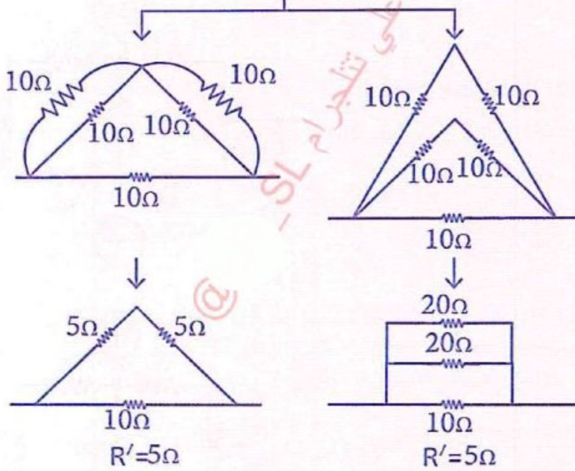
$R' = \frac{9 \times 18}{9 + 18} = 6\Omega$

$R' = 6\Omega$

مثال (2) احسب R للمجموعة.



طريقتي الحل



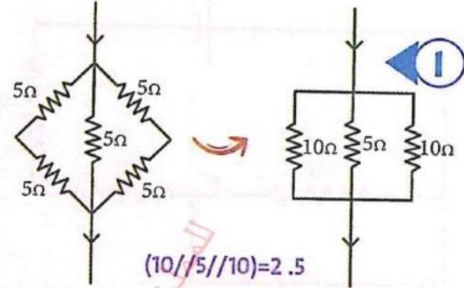
$R' = 5\Omega$

$R' = 5\Omega$

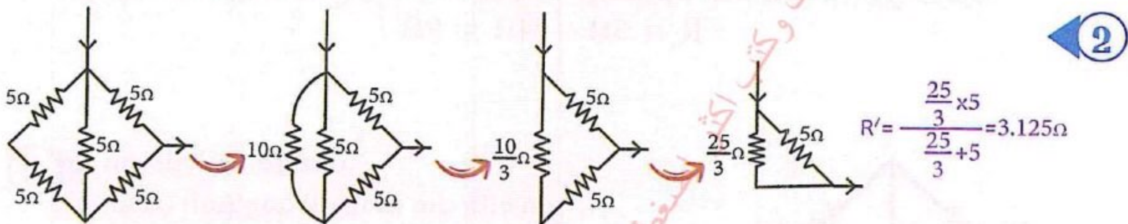
إوعى تتلغبط !

هذه ليست حالات اتزان !!

1

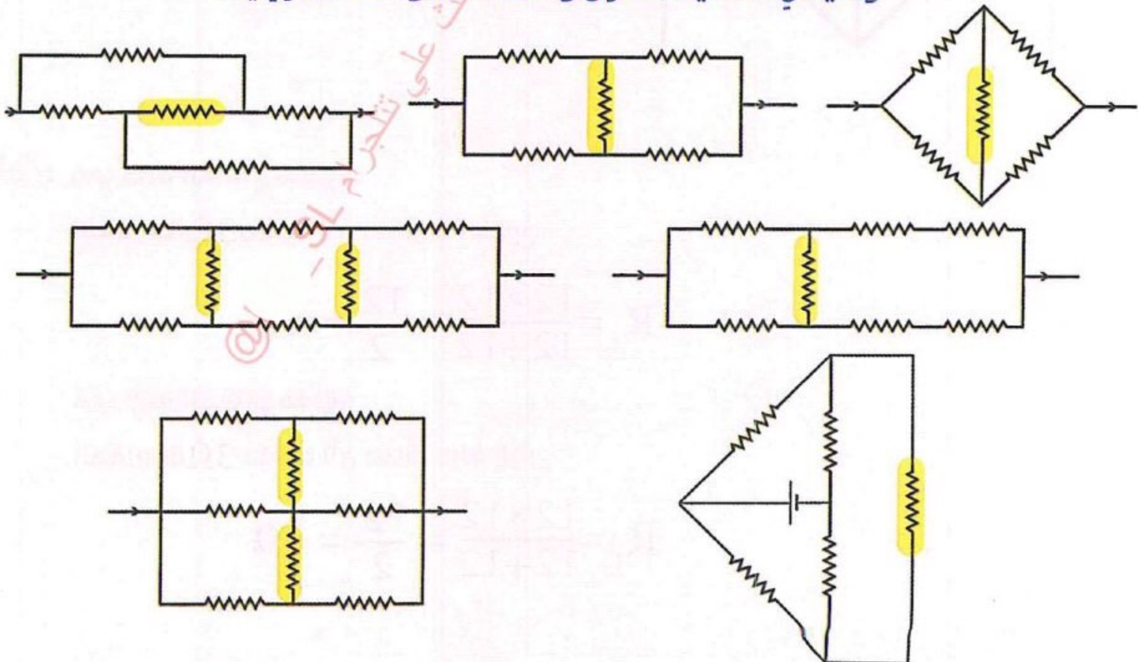


2



أشكال الاتزان

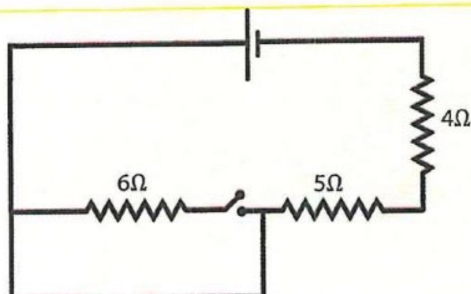
**في كل شكل مما يلي كل المقاومات قيمتها متساوية R
وفي كُلٍ منها يحدث اتزان ونحذف المقاومة المُشار إليها**



فكرة هامة

هل يمكن أن لا يوجد أي أثر للمفتاح؟

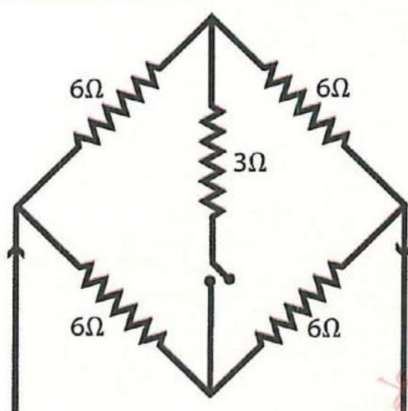
(1) في الدائرة الموضحة
احسب المقاومة المكافئة في حالة فتح وغلق المفتاح



الحل: في حالة فتح المفتاح المقاومة 6Ω ملغية لأن المفتاح مفتوح.
وفي حالة غلق المفتاح المقاومة 6Ω ملغية لوجود سلك التوصيل بين طرفيها.

$$R_t = 5\Omega + 4\Omega = 9\Omega$$

(2) في الدائرة الموضحة
احسب المقاومة المكافئة في حالة فتح وغلق المفتاح



الحل: **في حالة المفتاح مفتوح:**

المقاومة 3Ω ملغية لأن مسارها مفتوح

$$R_t = \frac{12\times12}{12+12} = \frac{12}{2} = 6\Omega$$

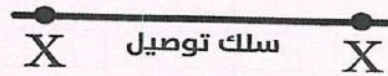
في حالة المفتاح مغلق:

المقاومة 3Ω ملغية لأن هناك حالة إتزان

$$R_t = \frac{12\times12}{12+12} = \frac{12}{2} = 6\Omega$$

طريقة النقاط

تُستخدم طريقة النقاط لتبسيط الدائرة، في حالة وجود سلك توصيل في الدائرة.









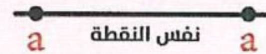




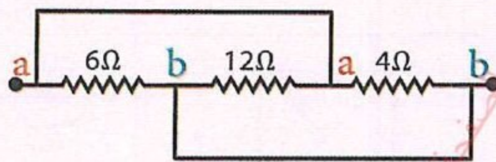
إزاي تحل بطريقة النقاط؟

في الدائرة الموضحة احسب المقاومة المكافئة :

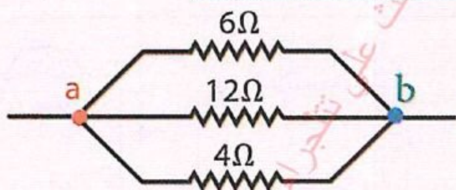
1. قم بوضع النقاط على الرسم طبقا للقواعد السابقة







2. أعد رسم الدائرة مرة أخرى مع مراعاة أن المقاومات التي لها نفس البداية والنهاية تكون **توازي**



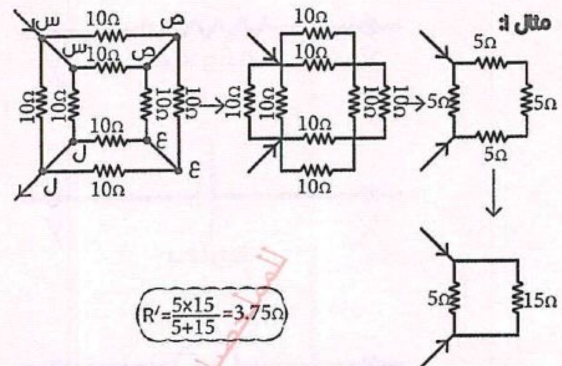
3. قم بحساب قيمة المقاومة الكلية كما سبق أن تعلمنا

$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{6}+\frac{1}{12}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$$

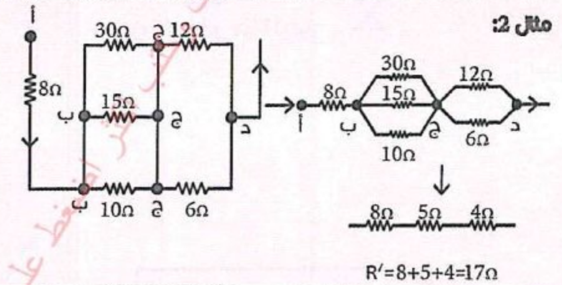
$$R_t = 2\Omega$$

طريقة النقاط

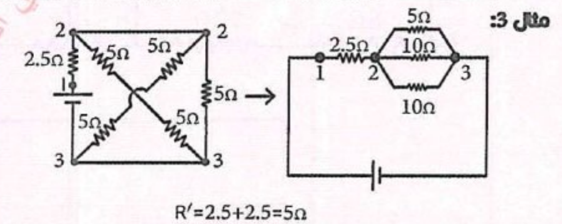
مثال 1:



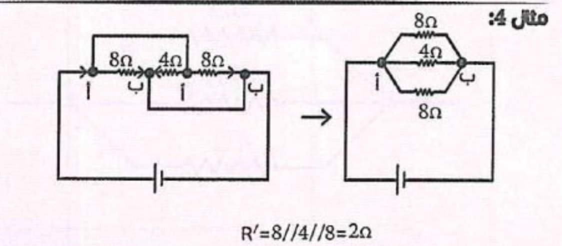
مثال 2:



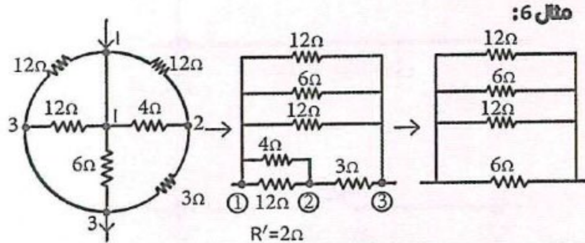
مثال 3:



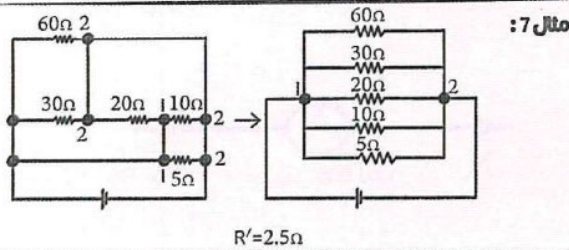
مثال 4:



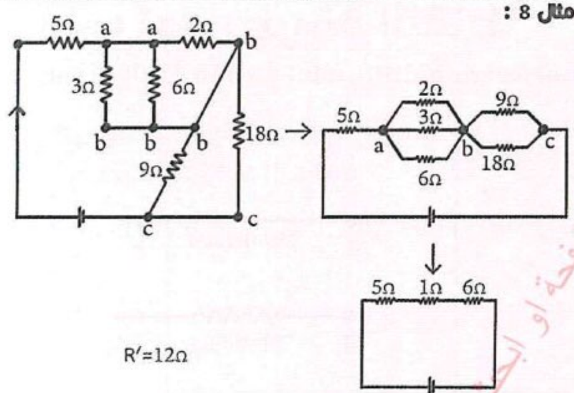
مثال 6:



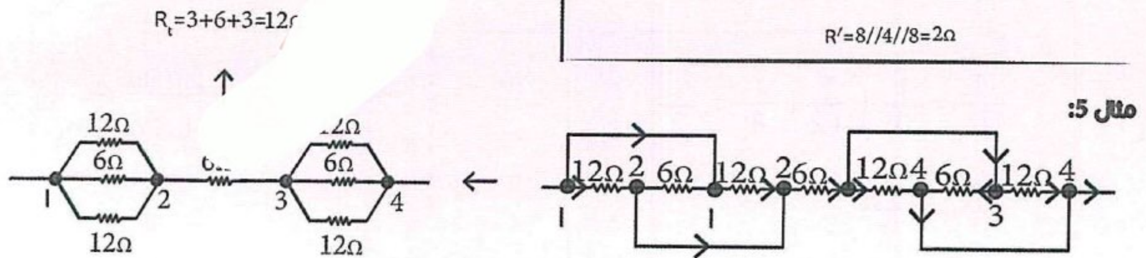
مثال 7:



مثال 8 :



مثال 5:





ملحوظة

إذا استخدمت طريقة النقاط واتضح أن بداية المقاومة مثل نهايتها في اسم النقطة تُلغى المقاومة، وفيما يلي أمثلة على ذلك:

a — 4Ω — a — 6Ω

4Ω تُلغى → $R_t = 6\Omega$

a — 30Ω — a — 30Ω — a — 15Ω — b

30Ω و 30Ω تُلغى → $R_t = 15\Omega$

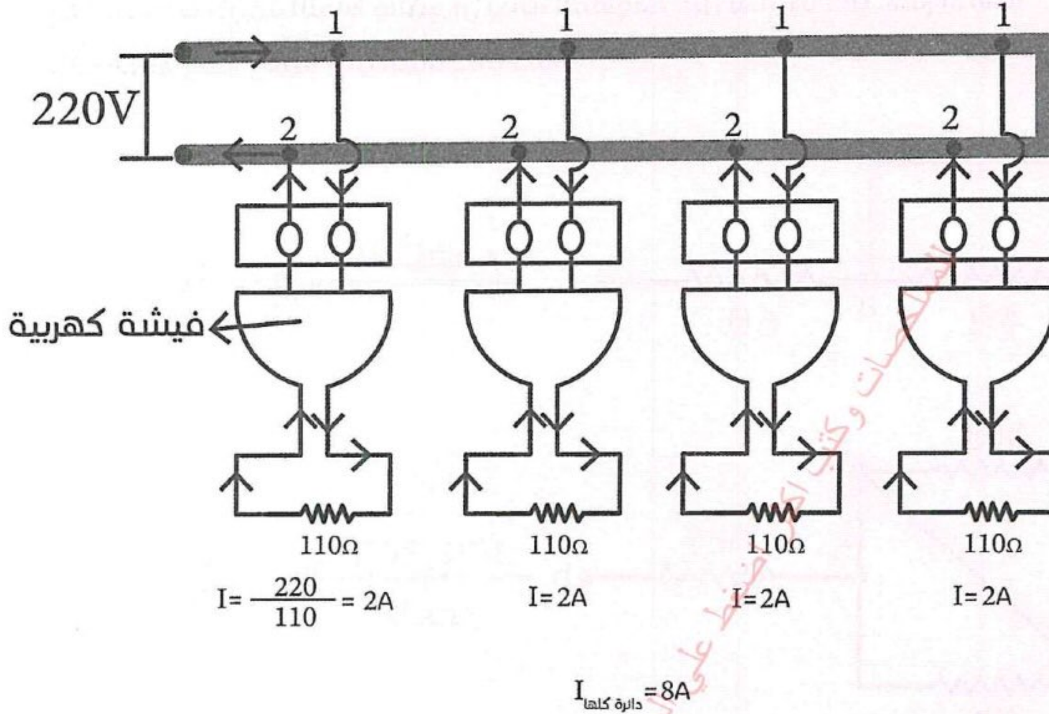
30Ω، 10Ω، 40Ω، 15Ω، 20Ω (a، b)

15Ω تُلغى → $R_t = 10\Omega$

a — 6Ω — a — 6Ω — a

6Ω و 6Ω تُلغى → $R_t = 0$

الشبكة المنزلية وطريقة توصيل الأجهزة



$I_{\text{دائرة كلها}} = 8A$

1-يكون لكل جهاز جهد ثابت مساوي لجهد المصدر (220V)

2-كل جهاز بداخله مقاومة للتحكم في شدة تياره

3-توصيل الأجهزة على التوازي: لتكون المقاومة الكلية صغيرة فيزيد التيار الكلي ولا يضعف تيار الاجهزة

-حتى يمكن تشغيل كل جهاز على حدة فإذا تلف أي جهاز لا يُؤثر على الأجهزة الأخرى

4-سلك المنصهر: سلك من الرصاص يوضع قبل الشبكة الكهربية مباشرة حتى ينصهر سلك المنصهر أولا إذا زاد التيار عن قيمته فيحافظ على الشبكة الكهربية

علل ؟! يستخدم سلك سميك على جانبي المصدر في الدائرة الكهربية.

حتى يتحمل شدة التيار الكبيرة حيث أنه يمر به كل تيار الدائرة.



المحاضرة الخامسة

قانون أوم للدوائر المغلقة



محتويات المحاضرة

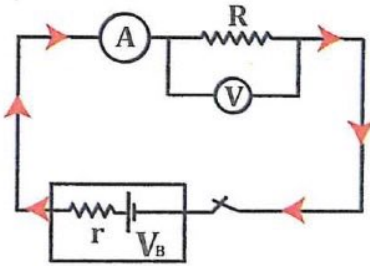
قانون أوم للدوائر المغلقة - كفاءة البطارية - تقسيم الجهد والتيار

شحن البطارية -حساب القدرة - أفكار فتح وغلق المفتاح - الرسم البياني

نص قانون أوم للدائرة المغلقة

شدة التيار في الدائرة الكهربية هي خارج قسمة القوة الدافعة الكهربية للمصدر على محصلة المقاومات الداخلية والخارجية

$$I=\frac{V_B}{R+r}$$



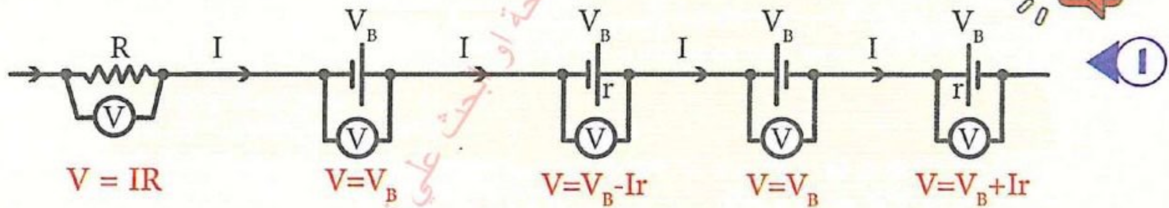
$$V_B=V_{out}+V_{in}=IR'+Ir$$

$$V_B=I(R'+r) \longrightarrow I=\frac{V_B}{R+r}$$

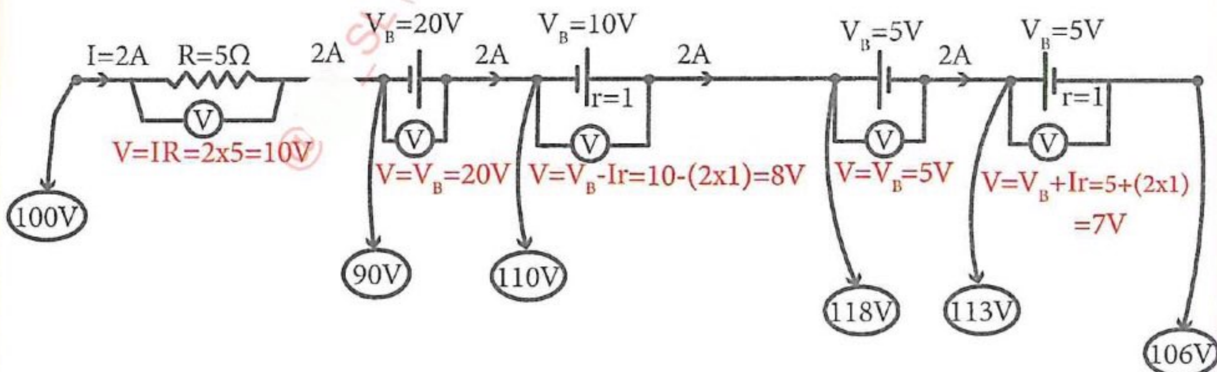


تدريب

1

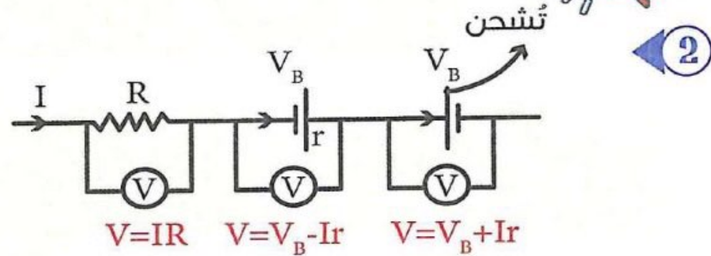


- الحل -



تدريب 2

2

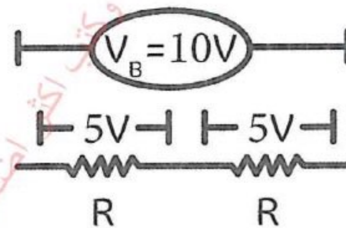


ملحوظة

البطارية تُشحن إذا كان التيار يدخل إلى موجبها ويخرج من سالبها

تقسيم فرق الجهد على المقاومات المتوالية

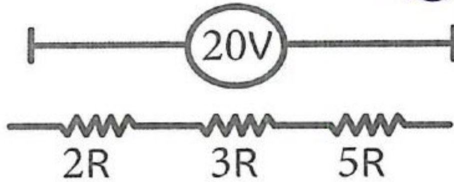
مثال 1



(يُقسم الجهد الكلي بالتساوي على المقاومتين بنسبة **1:1**

فيكون فرق جهدكل مقاومة هو $\frac{\text{الجهد الكلي}}{2}$

مثال 2



يُقسم الجهد الكلي **20V** على المقاومات بنسبة **2:3:5** ، نقسم ال **20V** على ال **10** أجزاء فيكون **قيمة الجزء الواحد 2V**

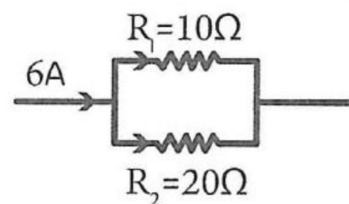
فيكون جهد ال2R=4V=2x2

وجهد ال3R=6V=2x3

وجهد ال5R=10V=2x5

توزيع التيار على المقاومات المتوازية

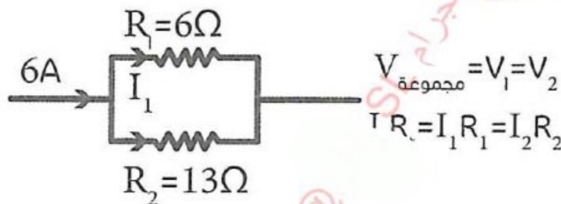
مثال 1



(يقسم التيار الكلي على المقاومتين بنسبة مقلوباتها **$I_1:I_2=2:1$**، نقسم الـ **6A** على الـ **3** أجزاء...فيكون قيمة الجزء الواحد **2A**

وبالتالي **$I_1=2\times2=4A$** **$I_2=2\times1=2A$**

مثال 2



$$I_1=\frac{I_tR_t}{R_1}=\frac{I_t\cancel{R_1}R_2}{\cancel{R_1}(R_1+R_2)}=I_t\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$I_{فرع}=I_t\frac{R_{فرع آخر}}{R_{فرع}+R_{فرع آخر}}$$

نستخدمة فى حالة مقاومتين

فى هذا المثال

$$I_1=6\times\frac{13}{13+6}=\frac{78}{19}A$$

$$I_2=6\times\frac{6}{19}=\frac{36}{19}A$$

كفاءة البطـارية

كفاءة البطارية

النسبة بين القدرة المُستنفذة في الدائرة الخارجية و القدرة المُستمدة من المصدر مضروبا x 100

تعتبر البطارية مخزن للطاقة حيث يكون بها طاقة كيميائية مختزنة وعندما توصل في الدائرة تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية؛ فمثلا بطارية مختزن بها 100 جول، هل عند تشغيلها في الدائرة الخارجية سوف تعطي الـ 100 جول كلها للدائرة الخارجية ؟ لا؛ لأن جزء من الشغل يبذل لتحريك الشحنات داخل البطارية؛ فمثلا إذا أعطتنا 90 جول فقط في الدائرة الخارجية فهذا معناه أن كفاءتها 90%

$$\eta \text{ كفاءة البطارية } = \frac{W_{out}}{W_B} \times 100 = \frac{PW_{out}}{PW_B} \times 100 = \frac{V_{out}}{V_B} \times 100 = \frac{R_{out}}{R_{out} + r_{in}} \times 100$$

($\div t$ ، $\div I$ ، $\div I$)

- W_{out}: الطاقة المستنفذة في الدائرة الخارجية خلال زمن معين
- PW_{out}: القدرة المستنفذة في الدائرة الخارجية
- V_{out}: فرق الجهد المستنفذ في الدائرة الخارجية
- R_{out}: محصلة المقاومات الخارجية في الدائرة
- W_B: الطاقة الكلية المستمدة من البطارية خلال نفس الزمن
- PW_B: القدرة الكلية المستمدة من البطارية
- V_B: القوة الدافعة الكهربية للبطارية
- $R_{out} + r_{in}$: المقاومة الكلية للدائرة

ملحوظة

كلما زادت المقاومة الداخلية للبطارية «عند ثبات المقاومة الخارجية» زاد الشغل المبذول داخل البطارية مما يقلل من كفاءتها، بينما تزداد الكفاءة بزيادة المقاومة الخارجية «عند ثبات المقاومة الداخلية للبطارية»

نسبة الجهد المفقود في البطارية = 100% — كفاءة البطارية

$$\text{نسبة الجهد المفقود في البطارية} = \frac{V_{in}}{V_B} \times 100 = \frac{r_{in}}{R_{out} + r_{in}} \times 100$$

مثال

بطارية سيارة قوتها الدافعة الكهربية 12V مقاومتها الداخلية 0.5Ω أحسب:

(أ) النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود من هذه البطارية عند استخدامها في إضاءة مصباح مقاومته 2Ω.

$$I_t = \frac{V_B}{R + r} = \frac{12}{2 + 0.5} = 4.8\text{ A}$$

$$\text{النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود داخل البطارية} = \frac{I\,r}{V_B} \times 100 = \frac{4.8 \times 0.5}{12} \times 100 = 20\ \%$$

(ب) كفاءة هذه البطارية عندئذٍ

$$\eta \text{ كفاءة البطارية} = \frac{R_{out}}{R_{out} + r_{in}} \times 100 = \frac{2}{2 + 0.5} \times 100 = 80\ \%$$

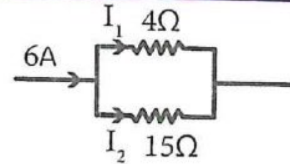
ملحوظة

يتم إحتساب كفاءة البطارية للبطاريات **المنتجة فقط**

ملحوظة

قم بالتعويض في الأمثلة لإيجاد كفاءة البطاريات المُنتجة

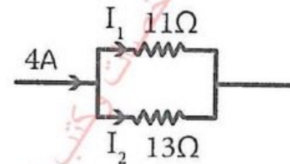
مثال 3



$$I_2=I_t\frac{R_1}{R_1+R_2} \qquad I_1=I_t\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$I_2=6\times\frac{4}{19}=\frac{24}{19}A \qquad I_1=6\times\frac{15}{19}=\frac{90}{19}A$$

مثال 5



$$I_2=4\times\frac{11}{24}=\frac{11}{6}A \qquad I_1=4\times\frac{13}{24}=\frac{13}{6}A$$

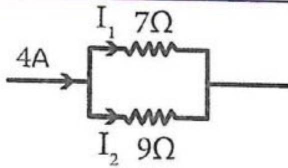


تذكر!

في حالة المقاومتين :

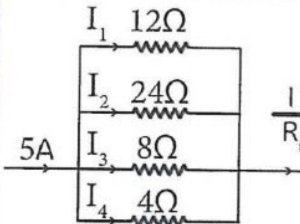
$$I_{\text{فرع}}=I_{\text{مجموعة}}\frac{R_{\text{الفرع الآخر}}}{\text{مجموع المقاومتين}}$$

مثال 4



$$I_2=4\times\frac{7}{16}=\frac{7}{4}A \qquad I_1=4\times\frac{9}{16}=\frac{9}{4}A$$

مثال 6



$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{12}+\frac{1}{24}+\frac{1}{8}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$$

$$R_t=2\Omega$$

$$V_t=V_1=V_2=V_3=V_4$$

$$I_tR_t=5\times2=10V=V_1=V_2=V_3=V_4$$

$$\therefore I_1=\frac{10}{12}A \quad , \quad I_2=\frac{10}{24}A$$

$$I_3=\frac{10}{8}A \quad , \quad I_4=\frac{10}{4}A$$

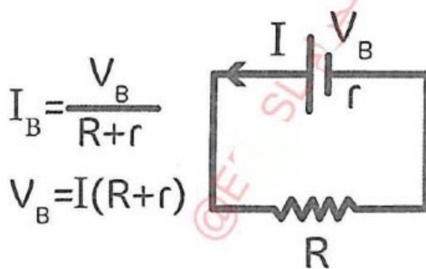
حساب القـــدرة

① القدرة المُستهلكة في مقاومة

I → R
V

$$Pw_{\text{المقاومة}}=VI=I^2R=\frac{V^2}{R}$$

② القدرة التي تُنتجها البطارية $(P_W)_B$



$$I_B=\frac{V_B}{R+r}$$

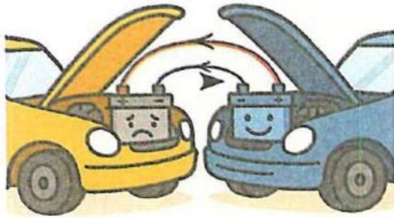
$$V_B=I(R+r)$$

$$Pw_B=V_BI_B=\frac{V_B^{\,2}}{R+r}=I^2(R+r)$$

شحن البطاريات

البطارية بداخلها مواد تتفاعل كيميائيا كالآتي:

طاقة كهربية + مادة (د) + مادة (ج) $\underset{\text{تفريغ}}{\overset{\text{شحن}}{\rightleftharpoons}}$ مادة (ب) + مادة (أ)

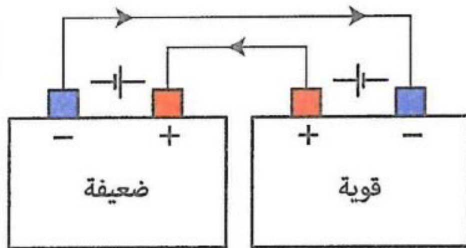


لكي تتم عملية الشحن لابد أن تحدث عملية داخل البطارية عكس العملية الأصلية؛

مثال

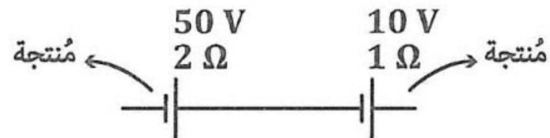
عندما تتعطل السيارة بسبب تفريغ البطارية

نأخذ وصلة من بطارية سيارة أخرى لشحنها وذلك كالتالي:



في كل بطارية قطب موجب «+» وقطب سالب «-»، ونحضر كابلين، ونقوم بتوصيل الموجب للبطاريتين معًا، والسالب للبطاريتين معًا، فيمر «كما بالشكل» تيار من البطارية القوية «من موجبها إلى سالبها خارجها، ومن سالبها إلى موجبها داخلها»
أي أن التيار يمر عكس الوضع الأصلي فيتم بداخلها عكس التفاعل وذلك لأنها هي تُشحن.

① البطاريتان متفقتان في القطبية



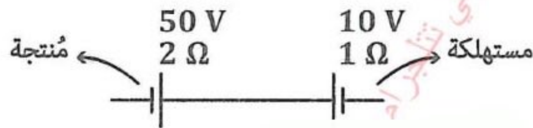
هُنا نجد أن البطاريتان تدفعان التياران في نفس الاتجاه «الاتجاه التقليدي» فبالتالي تكون محصلة الـ V_B مجموعهم أي أن :

$$V_B = 10 + 50 = 60V$$

ومحصلة r_{in} مجموعهم أيضًا :

$$r_{in} = 1 + 2 = 3\Omega$$

② البطاريتان متعاكستان في القطبية (دائرة الشحن)



هُنا نجد ان البطاريتان تدفعان التياران في عكس اتجاه بعض فبالتالي تكون محصلة الـ V_B طرحهم ويتحرك التيار في اتجاه الأقوى، أي أن:

$$V_B = 50 - 10 = 40V$$

ومحصلة r_{in} مجموعهم أيضًا :

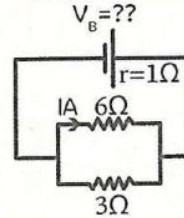
$$r_{in} = 1 + 2 = 3\Omega$$

أمثلة

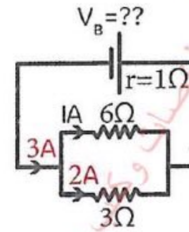
مثال 1 في الدائرة الكهربية المقابلة :

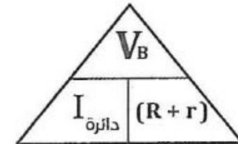
أحسب

① V_B ② $(P_W)_B$ ③ $(P_W)_{out}$
④ $(P_W)_{in}$ ⑤ V_{out} ⑥ V_{in}
⑦ كفاءة البطارية
⑧ نسبة الجهد المفقود داخل البطارية



الحل





القدرة الخارجية: $Pw_{out}=V_{out}I_{out}=I^2_{out}R_{out}$
$=(3)^2x2=18W$

القدرة المفقودة داخل البطارية: $Pw_{in}=V_{in}I_{in}=I^2_{in}r=(3)^2x1=9W$

[للتأكد: $Pw_B=Pw_{out}+Pw_{in}=18+9=27W$]

$Pw_{6\Omega}=(1)^2x6=6W$
$Pw_{3\Omega}=(2)^2x3=12W$
[للتأكد: $Pw_{out}=6+12=18W$]

$V_{out}=I_{out}R_{out}=3x2=6V$
$V_{in}=I_{in}r=3x1=3V$
$V_B=I(R+r)=3x(2+1)=9V$

كفاءة البطارية $=\frac{V_{out}}{V_B}\times 100=\frac{6}{9}\times100 \longrightarrow 66.6\%$

$=\frac{R}{R+r}\times 100=\frac{2}{3}\times100 \longrightarrow 66.6\%$

$=\frac{Pw_{out}}{Pw_B}\times100=\frac{18}{27}\times100 \longrightarrow 66.6\%$

نسبة الجهد المفقود داخل البطارية $=\frac{V_{in}}{V_B}=\frac{3}{9}=\frac{1}{3}$

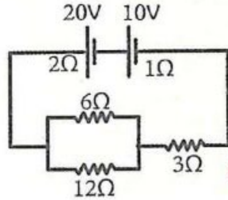
$=\frac{r}{(R+r)}=\frac{1}{3}$

$=\frac{Pw_{in}}{Pw_B}=\frac{9}{27}=\frac{1}{3}\xrightarrow{\times100} 33.3\%$

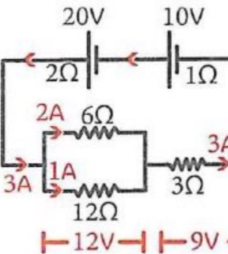
مثال 2 في الدائرة الكهربية المقابلة :

أحسب

① V_B ② $(P_W)_B$ ③ $(P_W)_{out}$
④ $(P_W)_{in}$ ⑤ V_{out} ⑥ V_{in}
⑦ كفاءة البطارية
⑧ نسبة الجهد المفقود داخل البطارية



الحل



$V_B=20+10=30V$
$r=2+1=3\Omega$
$R_{out}=4+3=7\Omega$
$I_{دائرة}=\frac{30}{7+3}=3A$

$I_{6\Omega}=\frac{I_{مجموعة}R_{مجموعة}}{R_{فرع}}=\frac{3x4}{6}=2A$

$I_{12\Omega}=\frac{I_{مجموعة}R_{مجموعة}}{R_{فرع}}=\frac{3x4}{12}=1A$

$V_{out}=I_{out}R_{out}=3x7=21V$

$V_{in}=I_{in}r=3x3=9V$

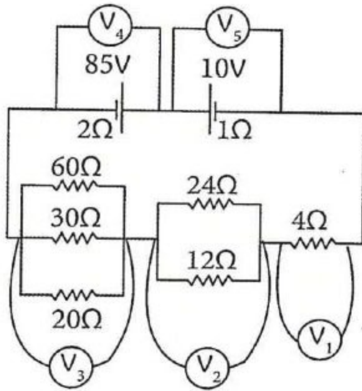
$Pw_B=V_BI_B=30x3=90W$

$Pw_{out}=V_{out}I_{out}=21x3=63W$
[للتأكد: $Pw_B=Pw_{out}+Pw_{in}=63+27=90W$]
$Pw_{in}=V_{in}I_{in}=9x3=27W$

$Pw_{6\Omega}=I^2_{6\Omega}R=4x6=24W$
$Pw_{12\Omega}=I^2_{12\Omega}R=1x12=12W$
$Pw_{3\Omega}=I^2_{3\Omega}R=9x3=27W$
[للتأكد: $Pw_{out}=24+12+27=63W$]

كفاءة البطارية $=\frac{Pw_{out}}{Pw_B}x100=\frac{V_{out}}{V_B}x100=\frac{R}{R+r}x100=\frac{7}{10}x100 \rightarrow 70\%$

نسبة الجهد المفقود داخل البطارية $=\frac{Pw_{in}}{Pw_B}x100=\frac{V_{in}}{V_B}x100=\frac{r}{R+r}x100=\frac{3}{10}\rightarrow 30\%$



مثال ③ في الدائرة الكهربية المقابلة :

أحسب

① V_B ② $(P_W)_B$ ③ $(P_W)_{out}$

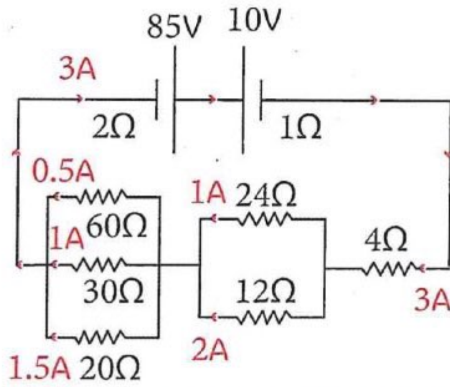
④ $(P_W)_{in}$ ⑤ V_{out} ⑥ V_{in}

⑦ كفاءة البطارية

⑧ نسبة الجهد المفقود داخل البطارية

⑨ قراءة الفولتميترات

الحل



$V_B=85-10=75V$

$r=2+1=3\Omega$

$R_{out}=10+8+4=22\ \Omega$

$I_{\text{دائرة}}=\frac{75}{22+3}=3A$

$I_{24\Omega}=\frac{I_{\text{مجموعة}}R_{\text{مجموعة}}}{R_{\text{فرع}}}=\frac{3\times8}{24}=1A$

$I_{12\Omega}=\frac{3\times8}{12}=2A$

$I_{60\Omega}=\frac{I_{\text{مجموعة}}R_{\text{مجموعة}}}{R_{\text{فرع}}}=\frac{3\times10}{60}=0.5A$

$I_{30\Omega}=\frac{3\times10}{30}=1A$

$I_{20\Omega}=\frac{3\times10}{20}=1.5A$

$V_{out}=I_{out}R_{out}=3\times22=66V$

$V_{in}=I_{in}r=3\times3=9V$, $Pw_B=V_BI_B=75\times3=225W$

$Pw_{out}=V_{out}I_{out}=66\times3=198W$

$Pw_{in}=V_{in}I_{in}=9\times3=27W$

كفاءة البطارية $=\frac{V_{out}}{V_B}\times100=\frac{Pw_{out}}{Pw_B}\times100=\frac{R}{R+r}\times100=\frac{22}{22+3}\times100=\frac{22}{25}\times100 \rightarrow 88\%$

نسبة الجهد المفقود داخل البطارية $=\frac{V_{in}}{V_B}\times100=\frac{Pw_{in}}{Pw_B}\times100=\frac{r}{(R+r)}\times100=\frac{3}{25}\times100 \rightarrow 12\%$

$V_1=3\times4=12V$

$V_3=3\times10=30V$

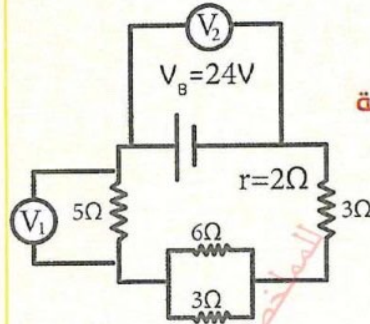
$V_5=V_B+Ir=10+(3\times1)=13V$

$V_2=3\times8=24V$

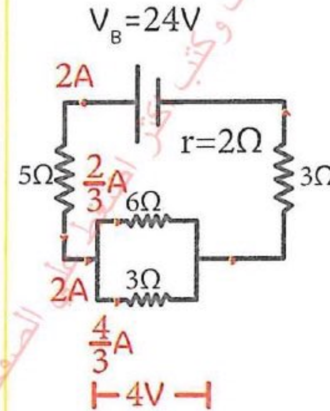
$V_4=V_B-Ir=85-(3\times2)=79V$

مثال 4 في الدائرة الكهربية المقابلة :

أحسب
① V_2 , V_1
② القدرة المُستهلكة في كل مقاومة



الحل



$V_B=24V$

$r=2\Omega$

$R_{out}=5+2+3=10\Omega$

$I_{دائرة}=\frac{24}{10+2}=2A$

$I_{6\Omega}=\frac{I_{مجموعة}R_{مجموعة}}{R_{فرع}}=\frac{2\times2}{6}=\frac{2}{3}A$

$I_{3\Omega}=\frac{2\times2}{3}=\frac{4}{3}A$

$V_1=IR=2\times5=10V$

$V_2=V_B-Ir=24-(2\times2)=20V$

$Pw_{3\Omega}=I^2_{3\Omega}\times R=(2)^2\times3=12W$

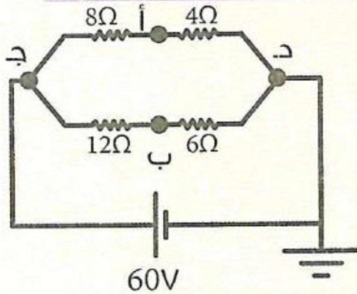
$Pw_{5\Omega}=I^2_{5\Omega}\times R=2^2\times5=20W$

$Pw_{3\Omega}=I^2_{3\Omega}\times R=(\frac{4}{3})^2\times3=\frac{16}{3}W$

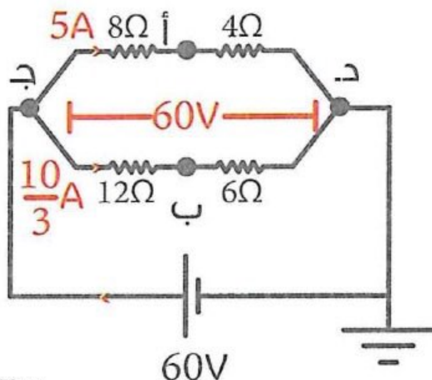
$Pw_{6\Omega}=I^2_{6\Omega}\times R=(\frac{2}{3})^2\times6=\frac{8}{3}W$

مثال 5 في الدائرة الكهربية المقابلة :

أحسب جهد النقاط (أ ، ب ، ج ، د)



الحل



$V_B=60V$

$r=0$

$R_{out}=12//18=7.2\Omega$

$I_{دائرة}=\frac{60}{7.2}=\frac{25}{3}A$

$I_{فرع\ علوي}=\frac{60}{12}=5A$

$I_{فرع\ سفلي}=\frac{60}{18}=\frac{10}{3}A$

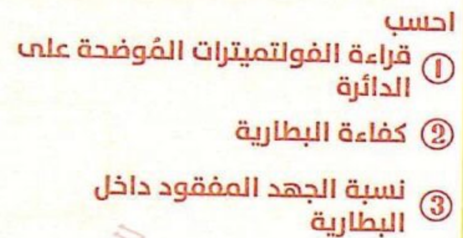
$V_{د}=V_{earth}=0$

$\because V_{أد}=V_{أ}-V_{د} \longrightarrow 20=V_{أ}-0 \longrightarrow V_{أ}=20V$

$V_{جأ}=V_{ج}-V_{أ} \longrightarrow 40=V_{ج}-20 \longrightarrow V_{ج}=60V$

$V_{بد}=V_{ب}-V_{د} \longrightarrow 20=V_{ب}-0 \longrightarrow V_{ب}=20V$

مثال (6) في الدائرة الكهربية المقابلة :

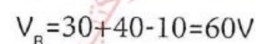


احسب

① قراءة الفولتميترات المُوضحة على الدائرة

② كفاءة البطارية

③ نسبة الجهد المفقود داخل البطارية



الحل

$V_B=30+40-10=60V$

$r=1+2+1=4\Omega$

$R_{out}=2+(60//30//5)+(12//6)+6=16\Omega$

$I_{دائرة}=\frac{60}{16+4}=3A$

$I_{12\Omega}=1A$

$I_{6\Omega}=2A$

$I_{60\Omega}=\frac{I_{مجموعة}R_{مجموعة}}{R_{فرع}}=\frac{3\times4}{60}=\frac{1}{5}A$

$I_{5\Omega}=\frac{3\times4}{5}=\frac{12}{5}A$

$I_{30\Omega}=\frac{3\times4}{30}=\frac{2}{5}A$

$V_{out}=I_{out}R_{out}=3\times16=48V$

$V_{in}=I_{in}r=3\times4=12V$

$Pw_B=V_BI_B=60\times3=180W$

$Pw_{in}=V_{in}I_{in}=12\times3=36W$

$Pw_{out}=V_{out}I_{out}=48\times3=144W$

$كفاءة\ البطارية=\frac{V_{out}}{V_B}\times100=\frac{Pw_{out}}{Pw_B}\times100=\frac{R}{R+r}\times100=\frac{4}{5}\times100\rightarrow80\%$

$نسبة\ الجهد\ المفقود\ داخل\ البطارية=\frac{V_{in}}{V_B}\times100=\frac{Pw_{in}}{Pw_B}\times100=\frac{r}{(R+r)}\times100=\frac{1}{5}\times100\rightarrow20\%$

$V_1=IR=3\times6=18V$ $V_2=IR=3\times4=12V$

$V_3=IR=3\times4=12V$ $V_4=IR=3\times2=6V$

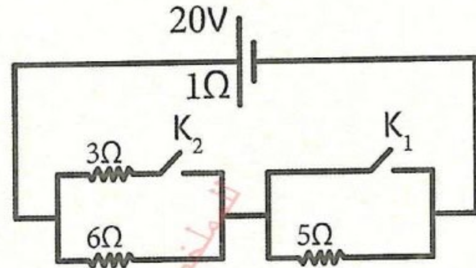
$(V)_{مصدر}=V_B-Ir=70-(3\times3)=61V$

$(V_{مصدر}=V=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5)$

للتأكد

$V_5=V_B+Ir=10+(3\times1)=13V$

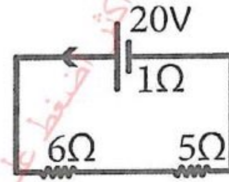
مثال 7 في الدائرة الكهربية المقابلة :



أحسب شدة التيار في كل حالة من الحالات الآتية :

① المفتاح K_2, K_1 مفتوح

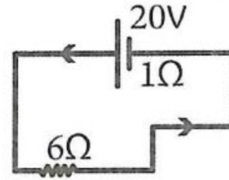
الحل



$$I=\frac{20}{11+1}=\frac{20}{12}A$$

② المفتاح K_1 مغلق، K_2 مفتوح

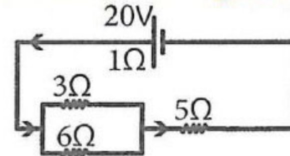
الحل



$$I=\frac{20}{6+1}=\frac{20}{7}A$$

③ المفتاح K_1 مفتوح، K_2 مغلق

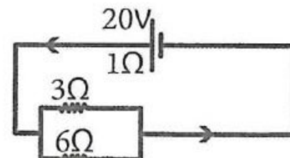
الحل



$$I=\frac{20}{1+5+2}=\frac{20}{8}A$$

④ المفتاح K_1 مغلق، K_2 مغلق

الحل

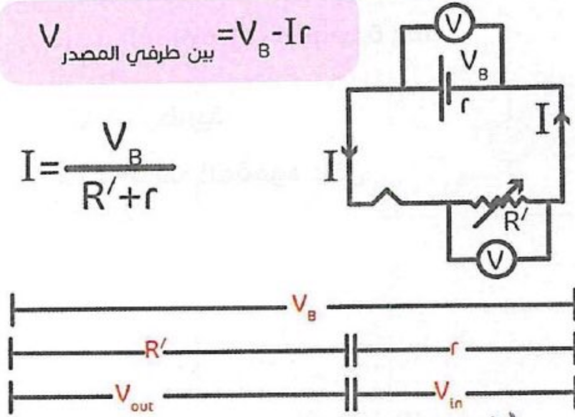


$$I=\frac{20}{1+2}=\frac{20}{3}A$$

فرق الجهد بين طرفي المصدر

$V_{\text{بين طرفي المصدر}}=V_B-Ir$

$$I=\frac{V_B}{R'+r}$$



ملاحظات

- بزيادة R' يقل I في الدائرة
- V_B هي مجموع الجهود على R'، r $(V_{out}+V_{in})$
- بزيادة R' ⟵ يزداد V_{out} ويقل V_{in}
- بتقليل R' ⟵ يقل V_{out} و يزداد V_{in}

$\because V_{out}=V_B-V_{in} \Rightarrow V_{\text{بين طرفي المصدر}}=V_{out}=V_B-Ir=IR'$

ماذا يحدث لكل من↓	بزيادة R'	بزيادة R' إلى ∞ (كأن المفتاح مفتوح)	بتقليل R'	بتقليل R' للصفر
I	يقل	ينعدم	يزيد	$I=\frac{V_B}{r}$
V_B	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت
r	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت
$V_{in}=Ir$	يقل	ينعدم	يزيد	$V_{in}=Ir=V_B$
V_{out}	يزيد	$V=V_B$	يقل	ينعدم
قراءة الفولتميتر	يزيد	$V=V_B$	يقل	تنعدم

متى يكون؟



$V_{\text{مصدر}} < V_B$	$V_{\text{مصدر}} = V_B$	$V_{\text{مصدر}} > V_B$	$V_{\text{مصدر}} = 0$
$V_{\text{مصدر}} = V_B - Ir$	$V_{\text{مصدر}} = V_B - Ir$	$V_{\text{مصدر}} = V_B - Ir$	$V_{\text{مصدر}} = V_B - Ir$
$Ir > 0$	$Ir = 0$	I معكوسة بمعنى أن تكون البطارية بتتشحن	$V_B = Ir$
$I > 0 ، r > 0$	$I = 0$ أو $r = 0$	$V_{\text{مصدر}} = V_B + Ir$	V, V_B, r
		V_B, r V r	$R' = 0$

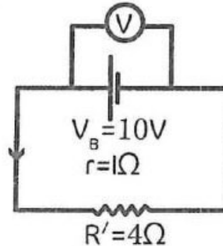
تدريبات



تدريب 1 في الدوائر الكهربية المقابلة :

أحسب شدة التيار وقراءة الفولتميتر في كل حالة من الحالات الآتية :

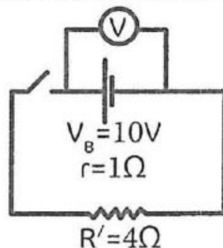
①



$I = \frac{10}{4+1} = 2A$

$V = V_B - Ir = 10 - (2 \times 1) = 8V$

②

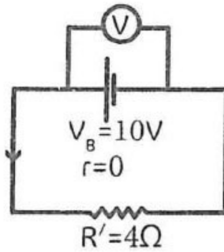


$I = 0$

$V = V_B - Ir = V_B - 0$

$V = 10V$

③

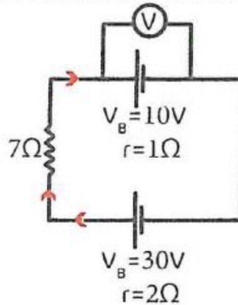


$I = \frac{10}{4} = 2.5A$

$V = V_B - Ir = V_B - (2.5 \times 0)$

$V = V_B = 10V$

④

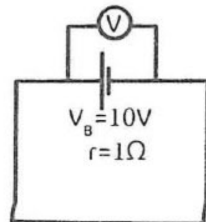


$I = \frac{30-10}{7+3} = 2A$

$V = V_B + Ir = 10 + (2 \times 1) = 12V$

$V > V_B$

⑤



$I = \frac{V_B}{r} = \frac{10}{1} = 10A$

$V = V_B - Ir = 10 - (10 \times 1) = 0$

الرسم البيــــانى

نعبر عن العلاقات الرياضية بما يسمى بالدوال (اعتماد متغير Y على متغير آخر - أو أكثر - X)؛ ويختلف تصنيف الدوال باختلاف شكل العلاقة الرياضية.

(θ): حادة ← الميل = Tan(θ) = (+)

(θ): منفرجة ← الميل = Tan(θ) = (-)

- **دالة الخط المستقيم (الدالة الخطية):**

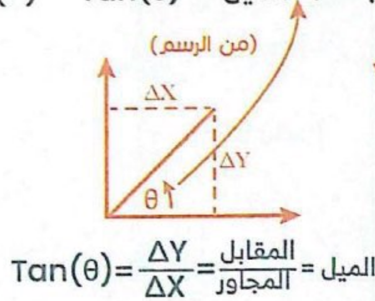
$$Y = \pm A X \pm B$$

A ← الميل

B ← الجزء المقطوع من الصادات

- **لإيجاد الميل:**

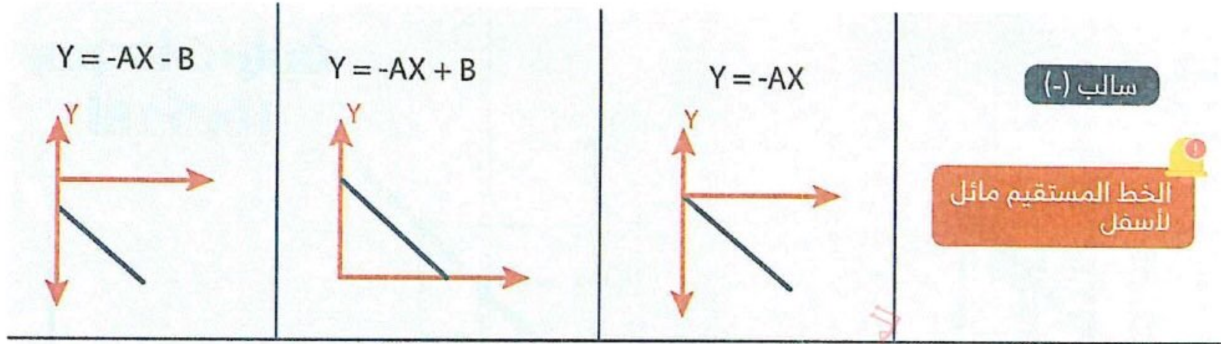
(من القانون) $Slope = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = A$



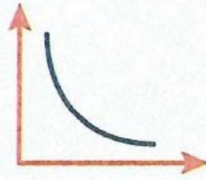
الميل = $Tan(\theta) = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

- **يمكن تقسيم اشكال دالة الخط المستقيم إلى 9 أشكال أساسية:**

الميل	الجزء المقطوع من محور الصادات: صفر	موجب (+)	سالب (-)
	نبدأ الرسم من الصفر	نبدأ الرسم من نقطة على + الصادات (B)	نبدأ الرسم من نقطة على - الصادات (-B)
صفر: الخط المستقيم موازي لمحور السينات	Y = 0	Y = B	Y = - B
موجب (+): الخط المستقيم مائل لأعلى	Y = AX	Y = AX + B	Y = AX - B



- الدالة الكسرية (تشبه دالة الخط المستقيم ولكن بإستبدال المتغير X ب X/1):



$$Y = \pm A \ \frac{1}{X} \ \pm B$$

الميل — الجزء المقطوع من الصادات

خطأ مشهور

لا يمكن حساب الميل للدالة الكسرية لأن كل نقطة من نقاطها لها ميل مختلف، بينما يمكن حساب الميل لدالة الخط المستقيم لأن جميع نقاطها لها نفس الميل

ملاحظات على الخط المستقيم

إذا كان الميل موجب تُوصف علاقة الخط المستقيم بأنها علاقة تزايدية: $Y = +AX \pm B$

إذا كان الميل سالب تُوصف علاقة الخط المستقيم بأنها علاقة تناقصية: $Y = -AX \pm B$

إذا كان الجزء المقطوع من الصادات مساوي للصفر تُوصف علاقة الخط المستقيم بأنها علاقة طردية، وتعتبر حالة خاصة من العلاقات التزايدية والتناقصية: $Y = \pm AX$

إذا تقاطع الخط المستقيم مع أحد المحورين؛ تكون قيمة الإحداثية للمحور الآخر عند هذه النقطة مساوية للصفر:

النقطة التي يتقاطع فيها الخط مع الصادات يكون عندها إحداثي السينات مساوي للصفر



$$Y = -A \times 0 + B$$
$$Y = B$$

النقطة التي يتقاطع فيها الخط مع السينات يكون عندها إحداثي الصادات مساوي للصفر

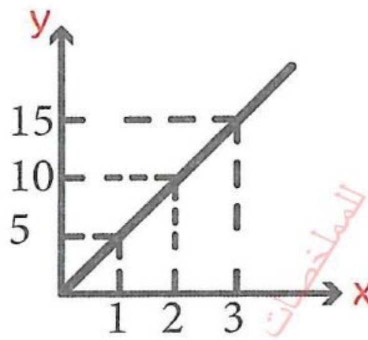
Y = 0 عند هذه النقطة



$$0 = -AX + B$$
$$X = \frac{B}{A}$$

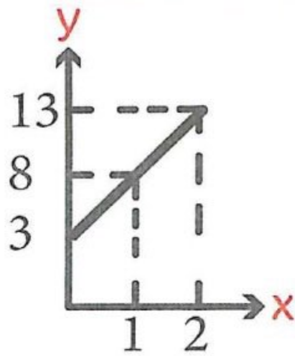
رسومات بيانية للتذكرة!

$y=5x$



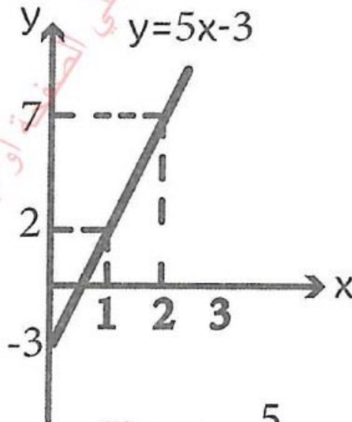
$\text{Slope}=\frac{5-0}{1-0}=5$

$y=5x+3$



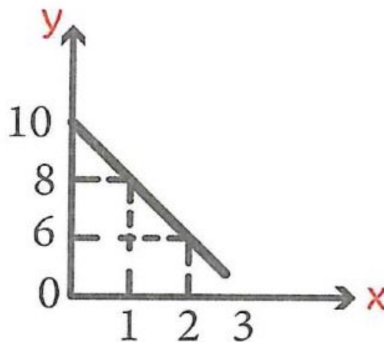
Slope = 5

$y=5x-3$



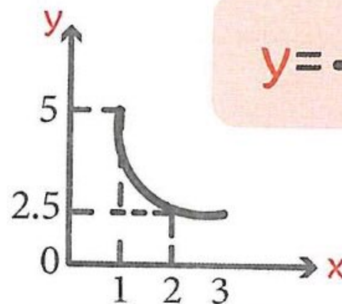
$\text{Slope}=\frac{5}{1}$

$y=10-2x$



$\text{Slope}=\frac{-2}{1}$

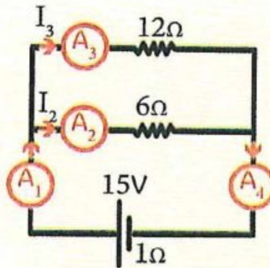
$y=\frac{5}{x}$



$y=\pm Ax\pm B$

- $\pm A$ ← Slope
- $\pm B$ ← الجزء المقطوع من الصادات

3) أوجد قراءة الأميترات ؟



قراءة A_1 = قراءة A_4 $=I=\frac{V_B}{R+r}=\frac{15}{4+1}=3A$

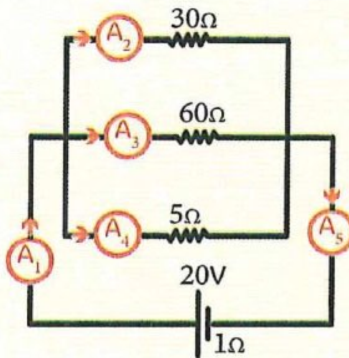
$V_{\text{مجموعة}}=V_{6\Omega}=V_{12\Omega}$, $(I_{\text{مجموعة}}R_{\text{مجموعة}})_{6,12}=I_2\times6=I_3\times12$

$3\times4=I_2\times6 \longrightarrow I_2=2A$

$3\times4=I_3\times12 \longrightarrow I_3=1A$

---

4) أوجد قراءة الأميترات ؟



$A_1=A_5=I=\frac{V_B}{R'+r}=\frac{20}{4+1}=4A$

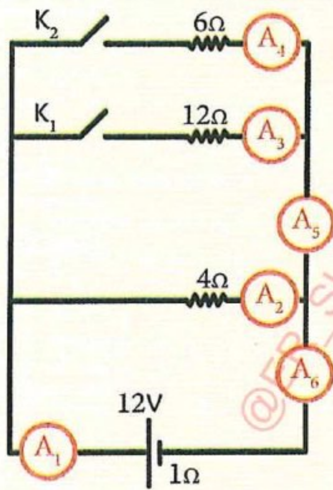
$V_{\text{مجموعة}}=I_{\text{مجموعة}}R_{\text{مجموعة}}=4\times4=16V$

قراءة $A_2=\frac{16}{30}A$

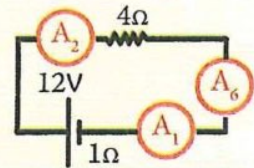
قراءة $A_3=\frac{16}{60}A$, قراءة $A_4=\frac{16}{5}A$

---

5) أوجد قراءة الأميترات في الحالات الاتية !!

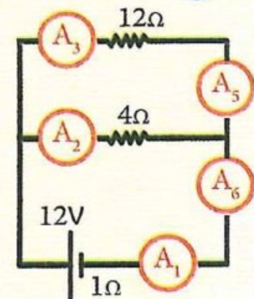


أ) المفتاح K_1، K_2 مفتوحين



$A_1=A_2=A_6=I=\frac{V_B}{R'+r}=\frac{12}{4+1}=2.4A$

ب) عند غلق المفتاح K_1 فقط



$R'=\frac{12\times4}{12+4}=3\Omega$

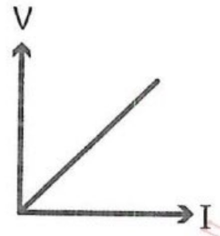
$A_1=A_6=I=\frac{V_B}{R'+r}=\frac{12}{3+1}=3A$

$V_{\text{مجموعة}}=I_{\text{مجموعة}}R_{\text{مجموعة}}=3\times3=9V=V_{4\Omega}=V_{12\Omega}$

$A_2=\frac{9}{4}A$, $A_3=A_5=\frac{9}{12}=\frac{3}{4}A$

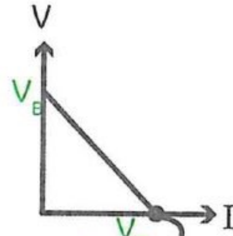
رسومات بيانية هامة

$V_{\text{بين طرفي مقاومة ثابتة}} = IR$



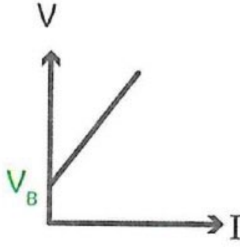
$Slope = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R$

$V_{\text{بين طرفي المصدر}} = V_B - Ir$



$Slope = -r$

$V_{\text{بين طرفي بطارية تُشحن}} = V_B + Ir$

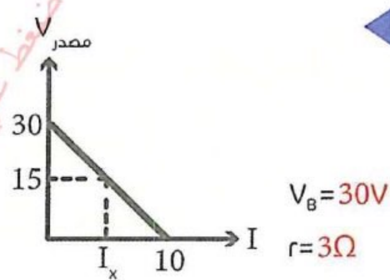


$Slope = +r$

تدريبات

تدريب 1

من الرسم:



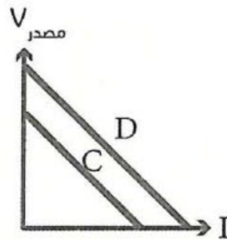
$V_B = 30V$

$r = 3\Omega$

$I_x = 5A \rightarrow \left(V = V_B - I_x r \quad 15 = 30 - I_x \times 3 \rightarrow I_x = 5A \right)$

$R_x = 3\Omega \rightarrow (V = I_x R_x \quad 15 = 5 \times R_x \quad R_x = 3\Omega)$

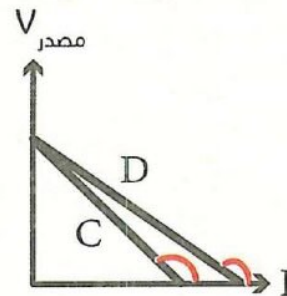
تدريب 2



$(V_B)_D$ __>__ $(V_B)_C$

r_D __=__ r_C

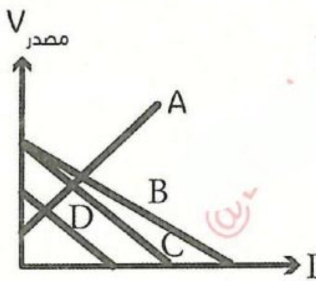
تدريب 3



$(V_B)_D$ __=__ $(V_B)_C$

r_D __<__ r_C

تدريب 4

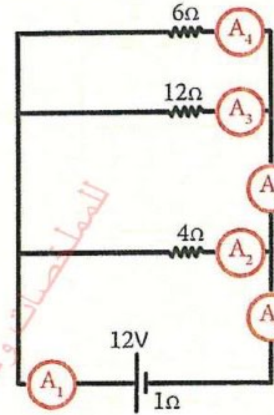


$(V_B)_B$ __=__ $(V_B)_C$

$(r_C$ __=__ $r_D)$ __>__ r_B

البطارية A __تُشحن__

ب) عند غلق المفتاح K_1, K_2



$R' = 6//12//4 = 2\Omega$

$I = A_1 = A_6 = \frac{12}{2+1} = 4A$

$V_{مجموعة} = I_{مجموعة} R_{مجموعة} = 4x2 = 8V = V_{6\Omega} = V_{12\Omega} = V_{4\Omega}$

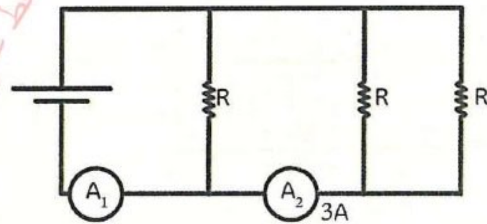
$A_2 = \frac{8}{4} = 2A$, $A_3 = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}A$

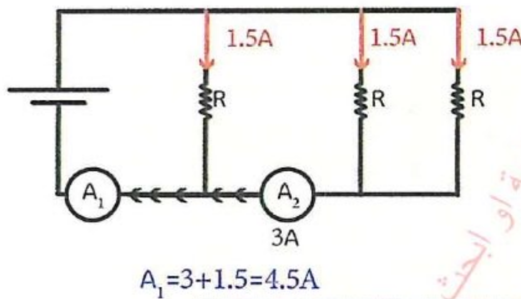
$A_4 = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}A$, $A_5 = A_3 + A_4 = \frac{2}{3} + \frac{4}{3} = 2A$

$(A_5 = A_6 - A_2 = 4 - 2 = 2A)$

---

6 أوجد قراءة A_1 ؟

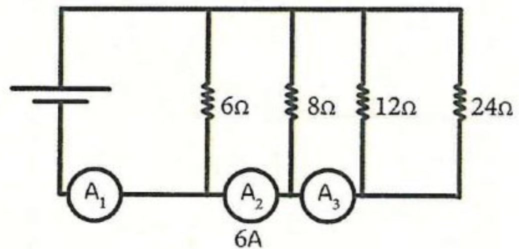


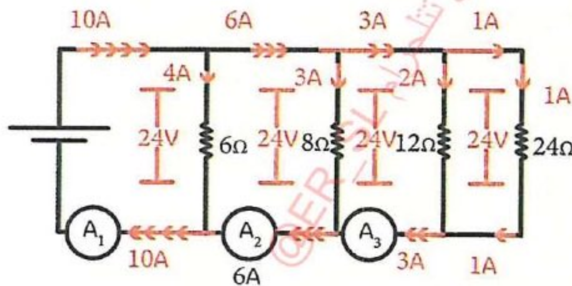


$A_1 = 3 + 1.5 = 4.5A$

---

7 أوجد قراءة A_1 , A_3 ؟





$V_{مجموعة} = V_{كل فرع} = I_{مجموعة} R_{مجموعة(24//12//8)}$

$V_{كل فرع} = 6x4 = 24V$

$I_{24\Omega} = \frac{24}{24} = 1A$, $I_{12\Omega} = \frac{24}{12} = 2A$, $I_{8\Omega} = \frac{24}{8} = 3A$, $I_{6\Omega} = \frac{24}{6} = 4A$

$A_3 = I_{12\Omega} + I_{24\Omega} = 2 + 1 = 3A$

$A_1 = A_2 + I_{6\Omega} = 6 + 4 = 10A$

المحاضرة السادسة

قراءة الأميتر والفولتميتر وإضاءة المصابيح

محتويات المحاضرة

قراءة الأميتر -قراءة الفولتميتر - إضاءة المصابيح

أولًا: قراءة الأميتر

الأميتر

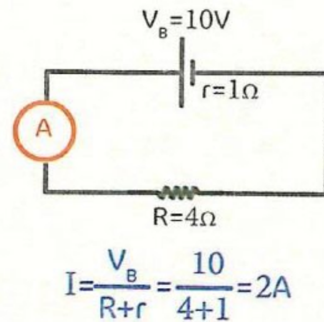
هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار ويوصل على التوالي

1. ولكنه عمليا جهاز غير دقيق؟؟
   لأنه عمليا له مقاومة تضاف لمقاومات الدائرة وبالتالي يقل تيار الدائرة
2. يُراعى عند صناعته أن تكون مقاومته صغيرة جدا قدر المستطاع.
3. الأميتر المثالي هو صاحب مقاومة صغيرة جدا (يمكن إهمالها).



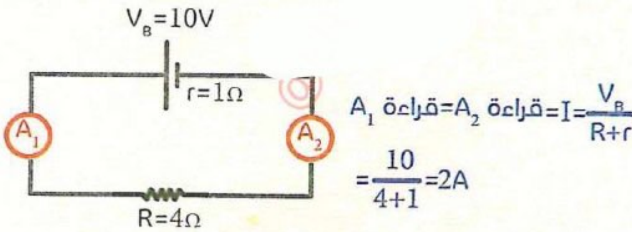
أمثلة

1. أوجد قراءة الأميتر ؟



$$I=\frac{V_B}{R+r}=\frac{10}{4+1}=2A$$

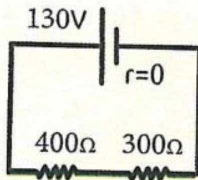
2. أوجد قراءة الأميترات ؟

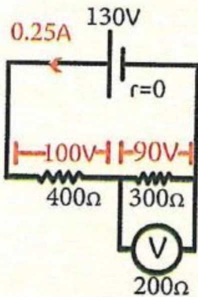


$$A_1 \text{ قراءة} = A_2 \text{ قراءة} = I=\frac{V_B}{R+r}$$

$$=\frac{10}{4+1}=2A$$

4 أوجد قراءة فولتميتر مقاومته 200Ω إذا وصل على التوازي مع المقاومة 300Ω ومرة مع المقاومة 400Ω

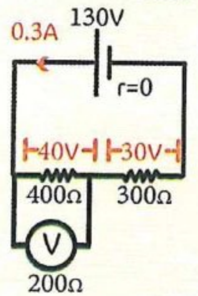




$$R'_{(200//300)}=\frac{300\times200}{200+300}=120\Omega$$

$$I=\frac{130}{400+120}=\frac{130}{520}=0.25A$$

$$V_{مجموعة}=I_{مجموعة}R_{مجموعة}=0.25\times120=30V$$ ← قراءة الفولتميتر



$$R'_{(400//200)}=\frac{400\times200}{400+200}=\frac{400}{3}\Omega$$

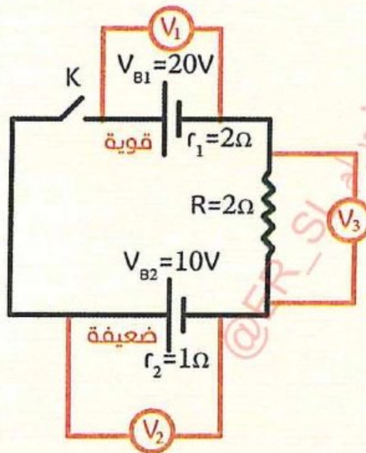
$$I=\frac{130}{\frac{400}{3}+300}=0.3A$$

$$V_{مجموعة}=I_{مجموعة}R_{مجموعة}=0.3\times\frac{400}{3}=40V$$ ← قراءة الفولتميتر

---

5 في الدائرة المقابلة:

أوجد قراءة الفولتميترات قبل وغلق المفتاح K.



	قبل غلق المفتاح $I=0\,A$	بعد غلق المفتاح $I=\frac{V_{B1}-V_{B2}}{R+r_1+r_2}=\frac{20-10}{2+2+1}=2A$	التغير
V_1	$V_1=V_{B1}$	$V_1=V_{B1}-Ir_1=20-(2\times2)=16V$	تقل
V_2	$V_2=V_{B2}$	$V_2=V_{B2}+Ir_2=10+(2\times1)=12V$	تزداد
V_3	$V_3=IR=0\times2=0V$	$V_3=IR=2\times2=4V$	تزداد

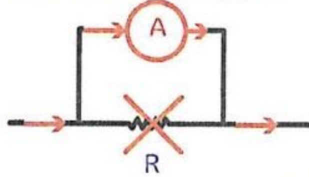
العلاقة بين الفولتميترات $V_1=V_2+V_3$

-تبعا لقانون بقاء الطاقة وذلك لأن V_1 هو الجهد المعطى، (V_3,V_2) الجهد المستنفذ.

حالة توصيل الأميتر على التوازي!!

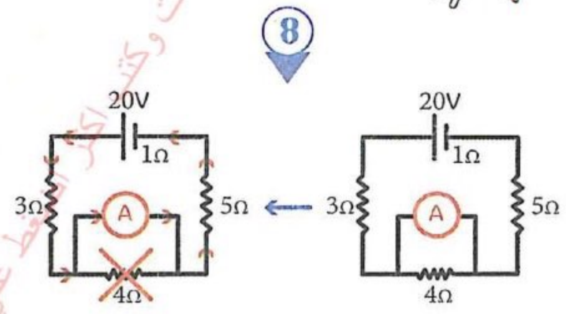
تُلغى المقاومة الموصلة مع الأميتر المثالي على التوازي، ولا يمر بها تيار

الأميتر مقاومته مهملة



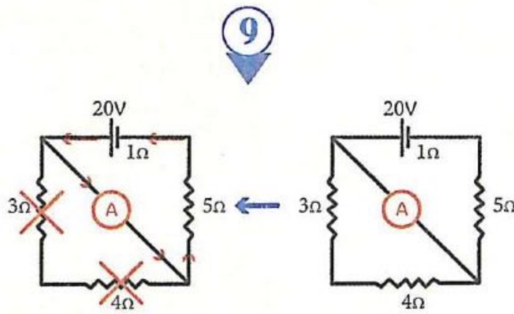


8



$I_t = I_{أميتر} = \frac{V_B}{R' + r} = \frac{20}{8+1} = \frac{20}{9} A$

9

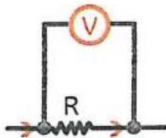


$I_t = I_{أميتر} = \frac{V_B}{R' + r} = \frac{20}{5+1} = \frac{20}{6} A$

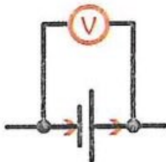
ثانيًا: قراءة الفولتميتر

الفولتميتر

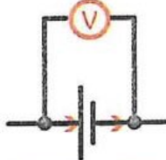
هو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد الكهربي بين نقطتين.



1. يوصل على التوازي



2. ولكنه عمليًا جهاز غير دقيق. !!
   لأنه يسحب جزء من تيار الدائرة

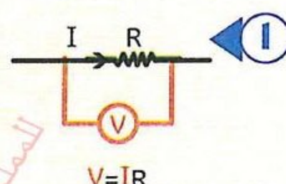


3. يُراعى عند تصنيعه أن تكون مقاومته كبيرة جدا

4. الفولتميتر المثالي هو الفولتميتر صاحب المقاومة الكبيرة جدا (لا نهائية)

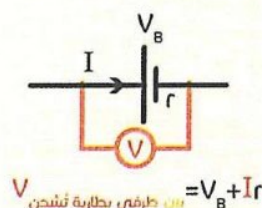


1

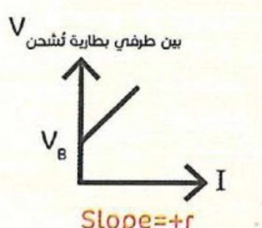


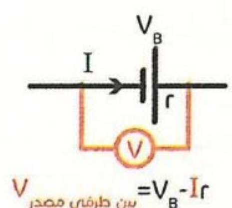
$V = IR$



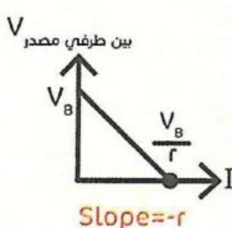


$V_{\text{بين طرفي بطارية تُشحن}} = V_B + Ir$



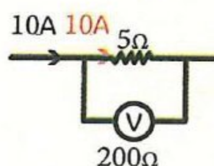


$V_{\text{بين طرفي مصدر}} = V_B - Ir$



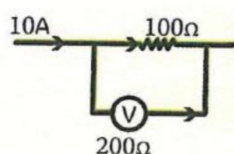
---

2 نجد هنا أن مقاومة الفولتميتر كبيرة جدا مقارنة بال 5Ω فيمر في الفولتميتر تيار صغير جدا ($\frac{1}{41}$ من التيار الكلي) لذلك يمكن إهماله.

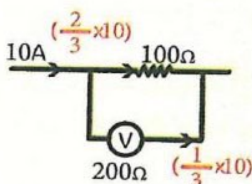


---

3 أوجد قراءة الفولتميتر ؟



(نجد هنا أن قيمة مقاومة الفولتميتر ليست كبيرة مقارنة بال 100Ω ويمر في فرع الفولتميتر $\frac{1}{3}$ التيار وهو قيمة لا يمكن إهمالها) (نتعامل مع الفولتميتر كأنه مقاومة عادية



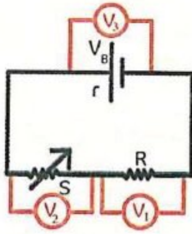
$V_{\text{مجموعة}} = 10 \times \frac{100 \times 200}{200+100} = \frac{2000}{3} V$

$V_{\text{مجموعة}} = V_{\text{تحت}} = V_{\text{فوق}} = V_{\text{قراءة الفولتميتر}}$

$V_{\text{فوق}} = \frac{20}{3} \times 100 = \frac{2000}{3} V$

$V_{\text{تحت}} = \frac{10}{3} \times 200 = \frac{2000}{3} V$

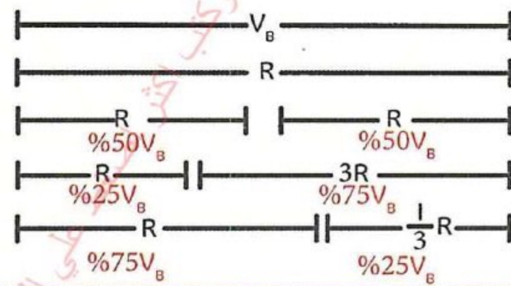
9 أوجد قراءة كل من V_1 ، V_2 ، V_3

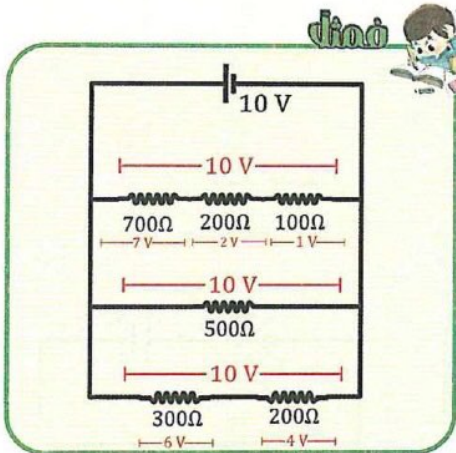


$V_3 = V_B - Ir = I(R+S)$ $V_2 = IS = V_B - I(r+R)$ $V_1 = IR = V_B - I(r+S)$



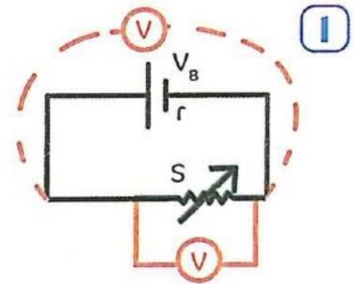
البطارية يُقسم جهدها على المقاومات المتوالية بنفس نسب المقاومات





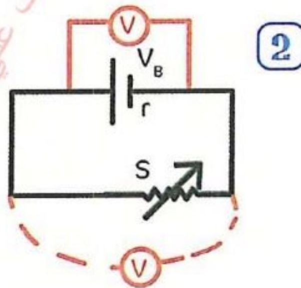
10 ماذا يحدث لقراءة الفولتميترات في كل من الدوائر الكهربية الآتية عند زيادة S ؟

1



قراءة الفولتميتر سوف تزداد

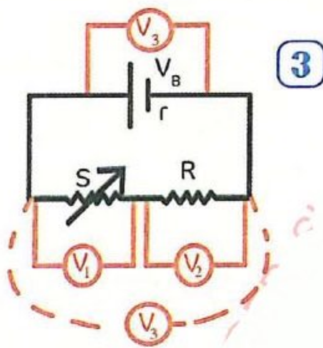
2



قراءة الفولتميتر سوف تزداد

$(\uparrow V = V_B - Ir \downarrow)$

3

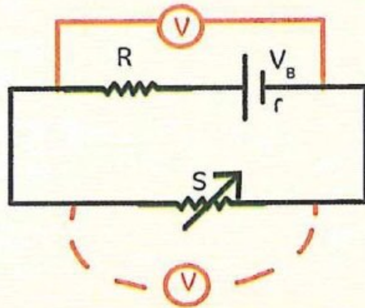


V_1 ⟵ تزداد

V_2 ⟵ تقل

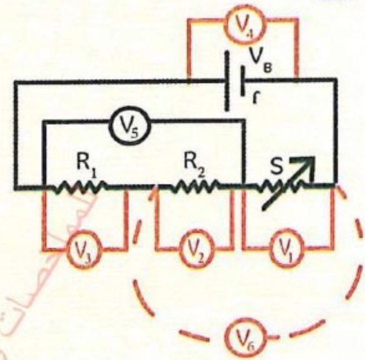
V_3 ⟵ تزداد

5



قراءة الفولتميتر V سوف تزداد

4



V_1 ⟵ تزداد

V_2 ⟵ تقل

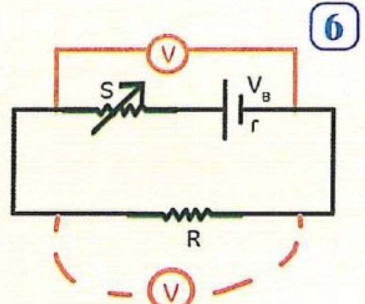
V_3 ⟵ تقل

V_4 ⟵ تزداد

V_5 ⟵ تقل

V_6 ⟵ تزداد

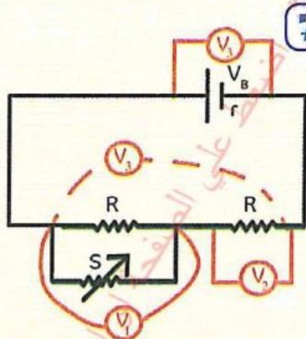
6



قراءة الفولتميتر V سوف تقل

$V=IR$ ↓↓

7

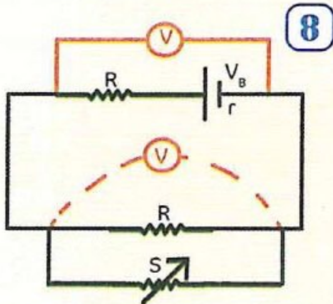


V_1 ⟵ تزداد

V_2 ⟵ تقل

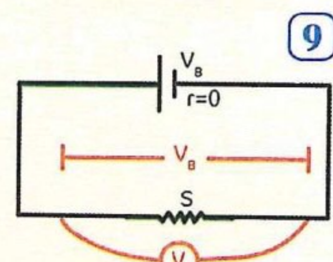
V_3 ⟵ تزداد

8



قراءة الفولتميتر V سوف تزداد

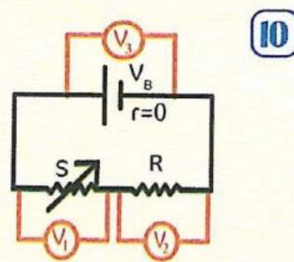
9



قراءة الفولتميتر V تظل ثابتة

(تساوي V_B)

10

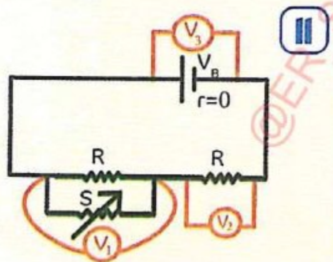


V_1 ⟵ تزداد

V_2 ⟵ تقل

V_3 ⟵ ثابتة، تساوي V_B

11

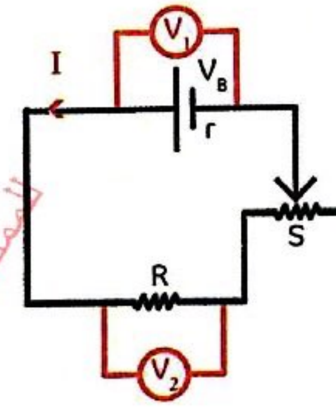


V_1 ⟵ تزداد

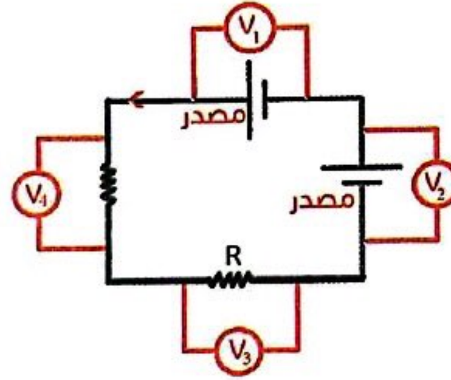
V_2 ⟵ تقل

V_3 ⟵ ثابتة، تساوي V_B

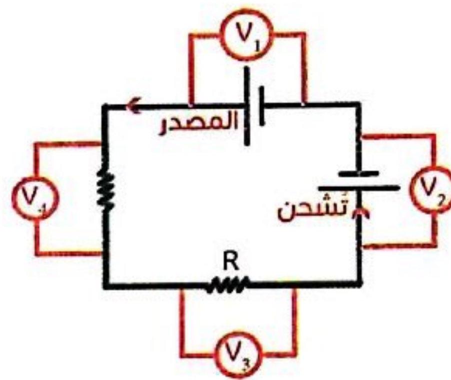
6 أوجد العلاقة بين قراءة الفولتميترات في كل دائرة من الدوائر الآتية:



$(V_1=V_2+IS)$



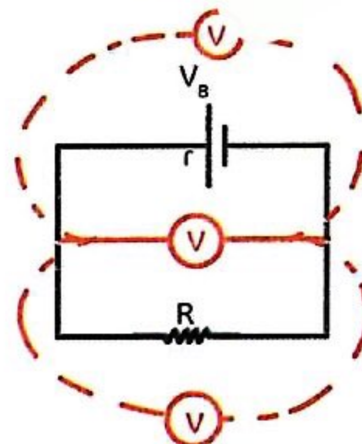
$(V_1+V_2=V_3+V_4)$



$(V_1=V_2+V_3+V_4)$

7

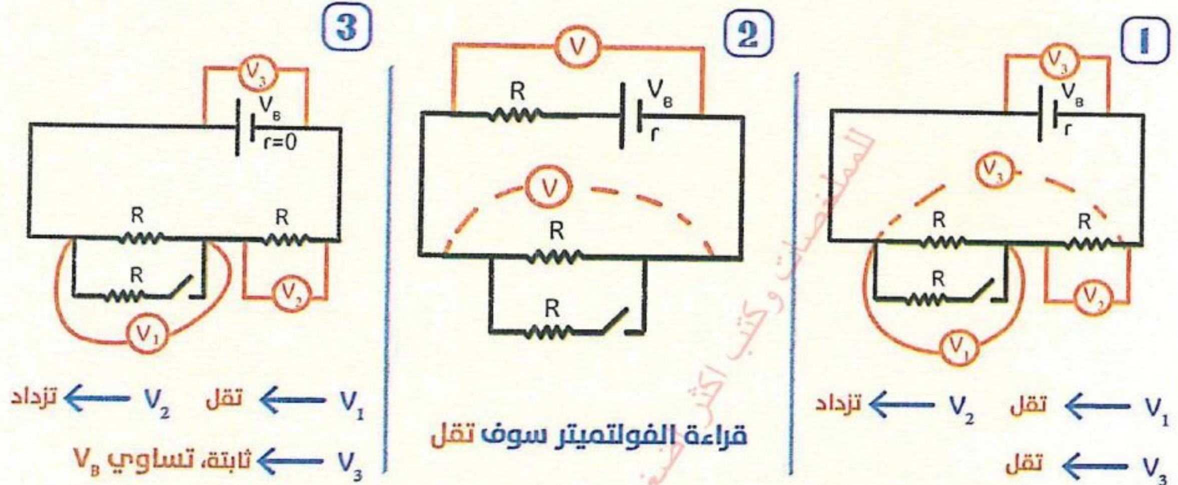
$(V=IR=V_B-Ir)$





لكل فولتميتر قراءتين صحيحتين متساويتين عندما تكون الدائرة مغلقة !!

11 ماذا يحدث لقراءة الفولتميترات في كل من الدوائر الكهربية الآتية عند غلق المفتاح؟



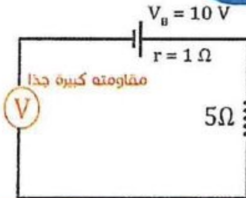
1
V_1 ← تقل
V_2 ← تزداد
V_3 ← تقل

2
قراءة الفولتميتر سوف تقل

3
V_1 ← تقل
V_2 ← تزداد
V_3 ← ثابتة، تساوي V_B

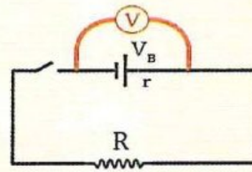
حالة توصيل الفولتميتر على التوالي!!

بما أن مقاومة الفولتميتر كبيرة جدًا:
عند توصيله على التوالي فإن الدائرة لا يمر بها تيار ويقيس الفولتميتر جهد البطارية كاملًا.



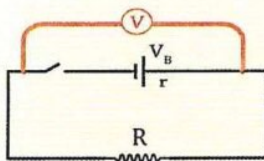
أمثلة

12 أوجد قراءة الفولتميتر



$$V = V_B - Ir$$

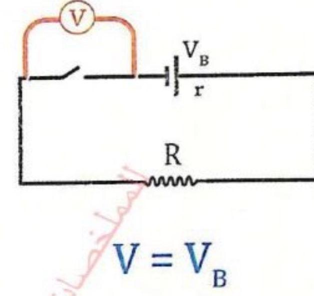
13 أوجد قراءة الفولتميتر



$$V = 0$$

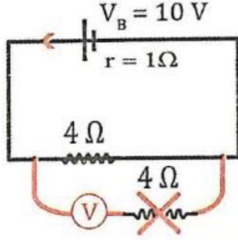


14 أوجد قراءة الفولتميتر



$$V = V_B$$

15 أوجد قراءة الفولتميتر

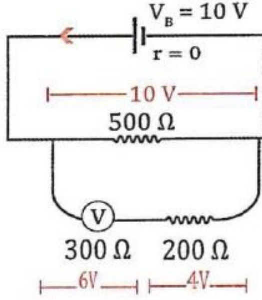


$$I = \frac{10}{4+1} = 2\ A$$

$$V = 2 \times 4 = 8\ V$$

تُهمل المقاومة 4Ω الموصلة على التوالي مع الفولتميتر لكبر مقاومة الفولتميتر جدا

16 أوجد قراءة الفولتميتر



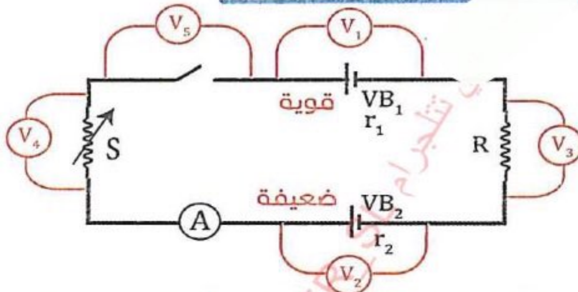
$$I_t = \frac{10}{250} = \frac{1}{25}\ A$$

$$I_{\text{فرع سفلي}} = \frac{10}{500} = \frac{1}{50}\ A \quad , \quad I_{\text{فرع علوي}} = \frac{10}{500} = \frac{1}{50}\ A$$

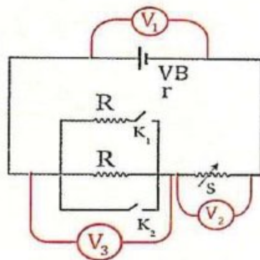
$$V = \frac{1}{50} \times 300 = 6\ V$$

لا تُهمل المقاومة 200Ω الموصلة على التوالي مع الفولتميتر

17 في الدائرة المقابلة
أوجد قراءة الأجهزة



	A	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
المفتاح مفتوح	Zero	VB_1	VB_2	Zero	Zero	$VB_1 - VB_2$
المفتاح مغلق	$\frac{VB_1 - VB_2}{R + S + r_1 + r_2}$	$VB_1 - Ir_1$	$VB_2 + Ir_2$	IR	IS	Zero
عند زيادة S (والمفتاح مغلق)	تقل	تزداد	تقل	تقل	تزداد	Zero

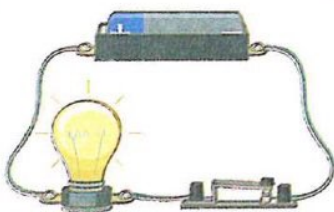


18 في الدائرة المقابلة، في كل حالة من الآتي :

	V_1	V_2	V_3
عند زيادة S	تزداد	تزداد	تقل
عند غلق K_1	تقل	تزداد	تقل
عند غلق K_2	تقل	تزداد	تنعدم



ثالثًا: إضاءة المصابيح



مُعدل إنتاج الطاقة الضوئية = معدل استهلاك الطاقة الكهربية

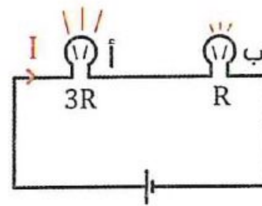
$$Pw = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

$$Pw = \frac{W}{t} = \frac{V.Q}{t} = \frac{VI}{t}$$



أمثلة

1 أي المصباحين أعلى في الإضاءة ؟

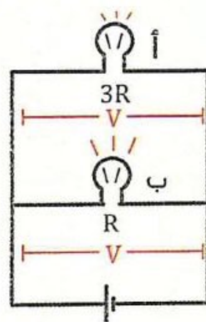


$Pw_أ > Pw_ب$

$I^2 \times 3R > I^2R$

إضاءة المصباح أ أعلى

2



$Pw_أ \quad Pw_ب$

$\frac{V^2}{3R} < \frac{V^2}{R}$

إضاءة المصباح ب أعلى

3 أوجد نسبة الإضاءة بين إضاءة المصابيح أ، ب، ج.

$Pw_أ : Pw_ب : Pw_ج$

$\frac{V^2}{R} : \frac{V^2}{R} : \frac{4V^2}{R}$

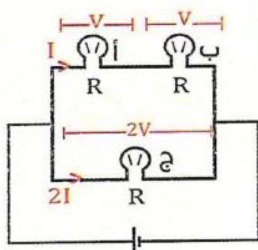
$1 : 1 : 4$

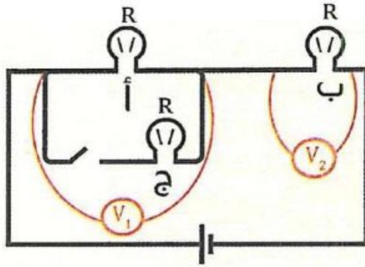


$Pw_أ : Pw_ب : Pw_ج$

$I^2R : I^2R : 4I^2R$

$1 : 1 : 4$





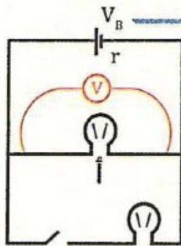
4 عند غلق المفتاح فإن:

- إضاءة أ سوف ......تقل......
- إضاءة ب سوف ......تزداد......

$$Pw = \frac{V^2}{R}$$

يقل V_1 ويزيد V_2

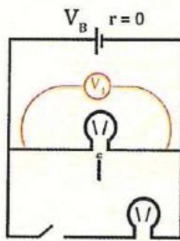
$Pw_{أ} = \frac{V_1^2}{R}$ ، $Pw_{ب} = \frac{V_2^2}{R}$



5 عند غلق المفتاح فإن:

إضاءة أ سوف ......تقل......

عند غلق المفتاح يقل V فتقل P_W ، حيث $Pw_{أ} = \frac{V^2}{R}$

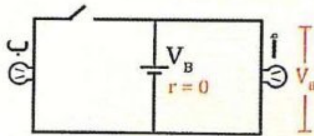


6 عند غلق المفتاح فإن:

إضاءة أ سوف ......تظل ثابتة......

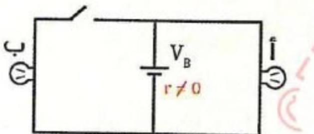
عند غلق المفتاح تظل V ثابتة ومساوية ل V_B

فتظل إضاءة أ ثابتة، حيث $Pw_{أ} = \frac{V^2}{R}$



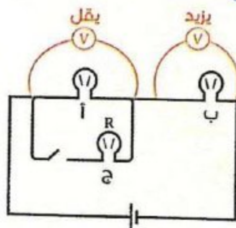
7 عند غلق المفتاح فإن:

إضاءة أ سوف ......تظل ثابتة......



8 عند غلق المفتاح فإن:

إضاءة أ سوف ......تقل......



9 عند غلق المفتاح فإن:

- إضاءة أ سوف ......تقل......
- إضاءة ب سوف ......تزداد......

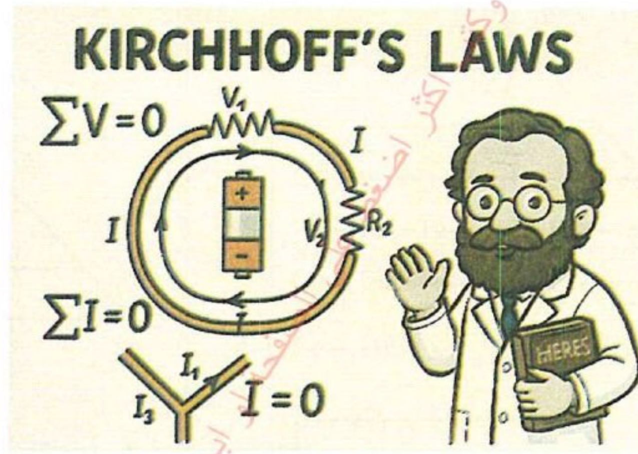
المحاضرة السابعة

قانونا كيرشوف



محتويات المحاضرة

قانون كيرشوف الأول - مسائل علي كيرشوف - قانون كيرشوف الثاني
مسائل المسار الواحد - استخدام قانوني كيرشوف - مسائل المسارين
مسائل ال 3 مسارات - تدريبات هامة



قانون كيرشوف الأول

نص قانون كيرشوف الأول

عند أي نقطة تفرع في الدائرة الكهربية فإن
محصلة التيارات الداخلة عند نقطة تساوي محصلة التيارات الخارجة من نفس النقطة.



لاحظ!!

ويسمي هذا القانون بـ"قانون النقطة"وهو مستنتج من قانون حفظ او (بقاء) الشحنة؛
حيث إن الشحنة التي تدخل عند نقطة خلال زمن معين = الشحنة الخارجة خلال نفس الزمن.

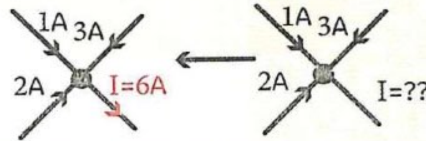
؟! علل لايُشحن سلك الكهرباء رغم دخول الكهرباء إليه.

لأنه تبعاً لقانون كيرشوف الأول فإن كمية الشحنة الداخلة له خلال زمن معين يساوي كمية الشحنة الخارجه منه خلال نفس الزمن فلا تتراكم شحنات في السلك.

أمثلة على قانون كيرشوف الأول

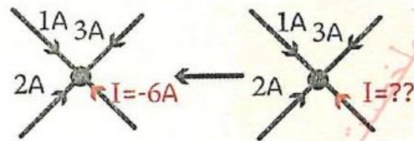
أوجد شدة التيار المجهول في كل من الأشكال الآتية:

① أوجد I



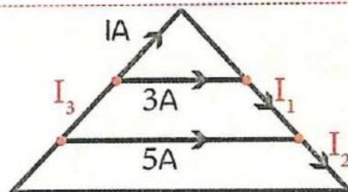
$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$
$3+1+2=I_{out}=6A$

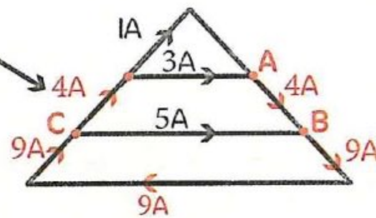
② أوجد I



$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$
$3+1+2+I=0$
$I=-6A$

③ أوجد في الشبكة I_3, I_2, I_1 الموضحة



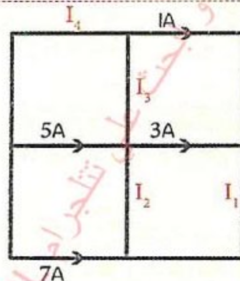


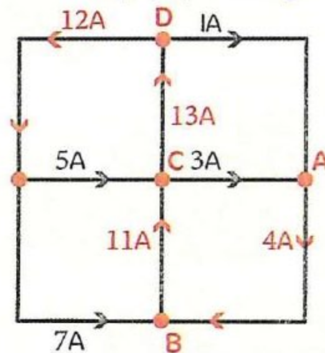
عند النقطة A ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 1+3=I_1 \rightarrow I_1=4A$

عند النقطة B ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 4+5=I_2 \rightarrow I_2=9A$

عند النقطة C ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 9=5+I_3 \rightarrow I_3=4A$

④ أوجد في الشبكة I_4, I_3, I_2, I_1 الموضحة





عند النقطة A ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 1+3=I_1 \rightarrow I_1=4A$

عند النقطة B ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 7+4=I_2 \rightarrow I_2=11A$

عند النقطة C ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 5+11=3+I_3 \rightarrow I_3=13A$

عند النقطة D ⟵ $\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 13=1+I_4 \rightarrow I_4=12A$

لاحظ!!

اذا كان التيار سالبا فإن ذلك يعني ان الاتجاه المفترض للتيار عكس الاتجاه الصحيح لذلك

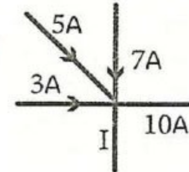
- إذا لم نغير الاتجاه فلا نغير الاشارة ايضا (الأفضل لتجنب الخطأ)
- إذا قمنا بتغيير الاتجاه علي الرسم ليوافق الاتجاه الأصلي فيجب تغيير الاشاره ايضاً



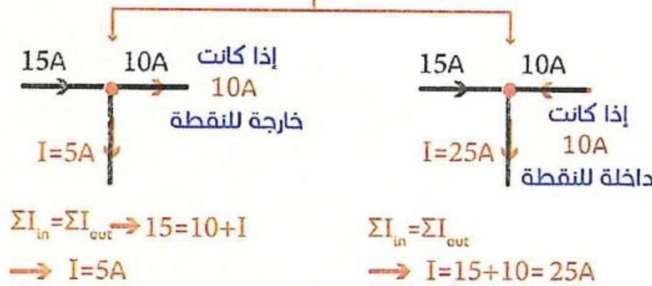
تابع أمثلة على قانون كيرشوف الأول

5 حدد اتجاه التيار **10A**

أوجد مقدار واتجاه التيار I



لاحظ ان التيارات 3A,5A,7A داخلة للنقطة و مجموعهم 15A ويكون لها حلان صحيحان



$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 15=10+I \rightarrow I=5A$

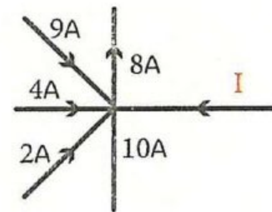
$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow I=15+10=25A$

---

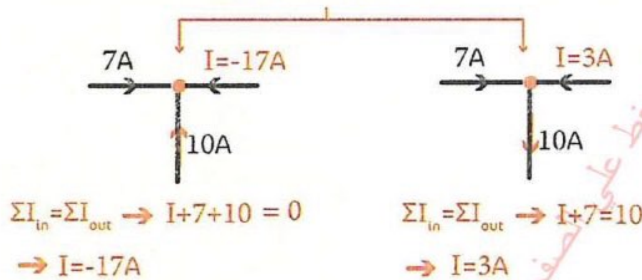
6 امتحان مصر

احسب مقدار I

حدد اتجاه التيار **10A**



لها حلان صحيحان

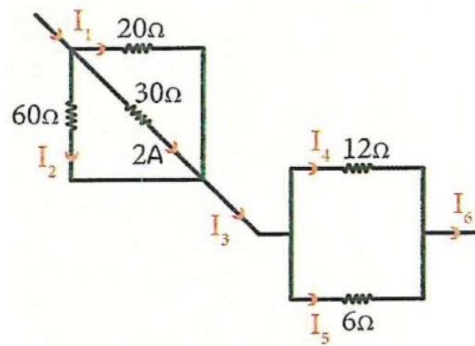


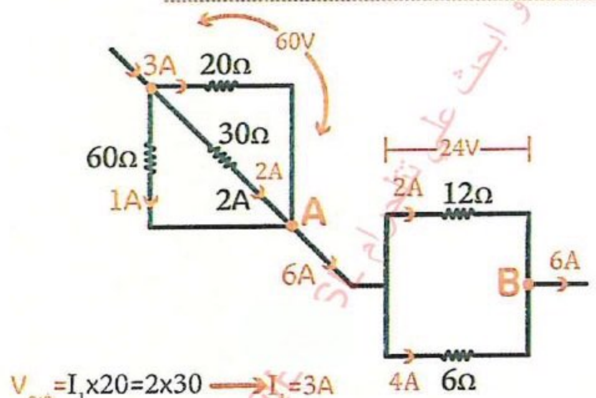
$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow I+7+10=0 \rightarrow I=-17A$

$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow I+7=10 \rightarrow I=3A$

---

7 أوجد $I_6, I_5, I_4, I_3, I_2, I_1$





$V_{فرع}=I_1 \times 20=2\times30 \rightarrow I_1=3A$

$I_2 \times 60=2\times30 \rightarrow I_2=1A$

عند النقطة A $\rightarrow \Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 3+2+1=I_3 \rightarrow I_3=6A$

$V_{مجموعة}=I_{مجموعة}R_{مجموعة}=I_{فرع}R_{فرع}$ (12,6Ω)

$6\times4=I_4\times12 \rightarrow I_4=2A$

$6\times4=I_5\times6 \rightarrow I_5=4A$

عند النقطة B $\rightarrow \Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 2+4=I_6 \rightarrow I_6=6A$

في هذه المسألة استخدمنا قانون أوم واستخدمنا قانون كيرشوف الأول لإيجاد التيارات

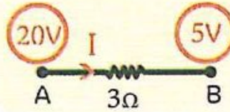


تابع أمثلة على قانون كيرشوف الأول

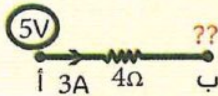
8 أوجد اتجاه وشدة التيار I

-اتجاه التيار من A إلى B :
لأنه يسري من الجهد الأعلى إلى الجهد الأقل

$I=\frac{20-5}{3}=5A$



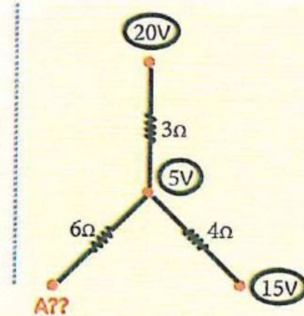
9 أوجد جهد النقطة (ب)

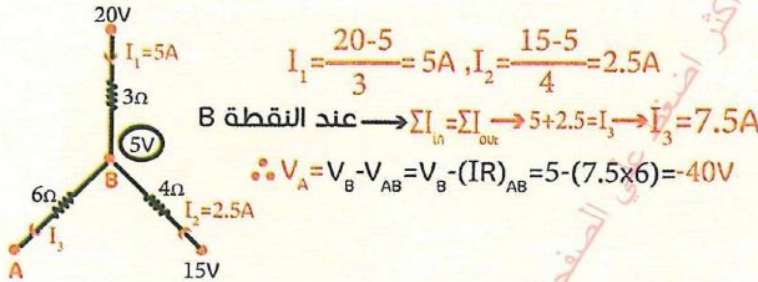


$V_{أب}=(IR)_{أب}=V_{أ}-V_{ب}$

$12=5-V_{ب} \rightarrow V_{ب}=-7V$

10 في الشكل التالي أوجد جهد النقطة (A)



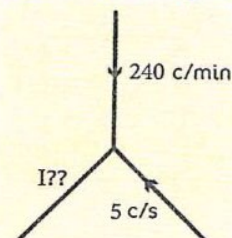


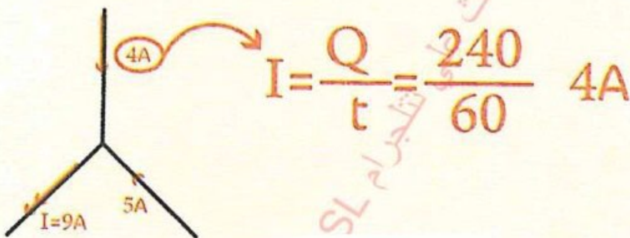
$I_1=\frac{20-5}{3}=5A\ ,I_2=\frac{15-5}{4}=2.5A$

عند النقطة B $\rightarrow \Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow 5+2.5=I_3 \rightarrow I_3=7.5A$

$\therefore V_A=V_B-V_{AB}=V_B-(IR)_{AB}=5-(7.5x6)=-40V$

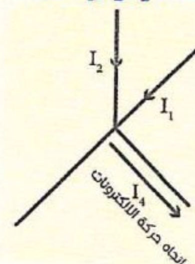
11 في الشكل التالي أوجد شدة التيار I

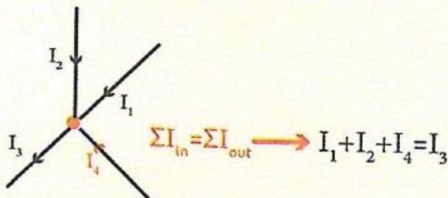




$I=\frac{Q}{t}=\frac{240}{60}\ \ 4A$

12 (مصر دور ثان ٢٠٢٢)
يمثل الشكل جزءا من دائرة كهربية مغلقة،
اتجاهات I_1,I_2,I_3 هي اتجاهات تقليدية للتيار بينما اتجاه I_4 هو اتجاه حركة الإلكترونات.أوجد I_3





$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out} \rightarrow I_1+I_2+I_4=I_3$

قانون كيرشوف الثاني

نص قانون كيرشوف الثاني

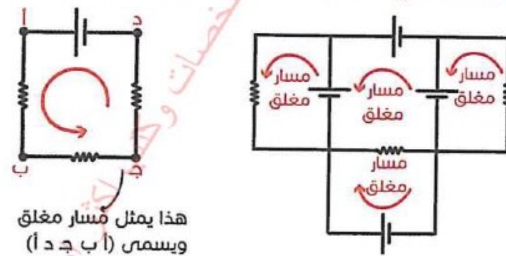
المجموع الجبري للقوى الدافعة الكهربية في اي مسار مغلق يساوي المجموع الجبري لفروق الجهد في هذا المسار.

الصيغة الرياضية: $\Sigma V_B = \Sigma IR$

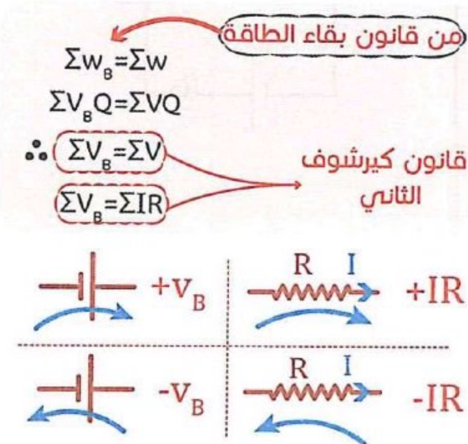
- ΣV_B: القوي الدافعة الكهربية في المسار المغلق
- ΣIR: فرق الجهد علي المقاومات في المسار المغلق

يتم استنتاجه من قانون بقاء الطاقة، ويسمي ب قانون العروة

لاحظ: في الدائرة المغلقة كل مسار مغلق يُعبر عنه بال loop "العروة"



هذا يمثل مسار مغلق ويسمى (أ ب جـ د أ)



وعند استخدام الصيغة $\sum V_B = \sum IR$ يكون ←

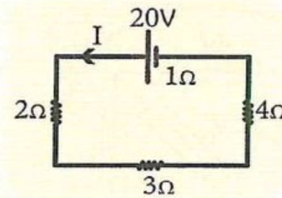
صيغة أخري لقانون كيرشوف الثاني

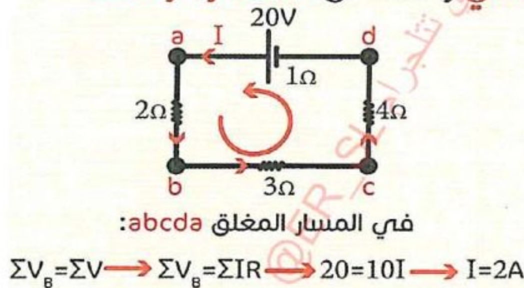
$$\sum V_B = \sum IR$$

$$\therefore \sum V_B - \sum IR = 0 \qquad \sum V_B = 0 \qquad \therefore \sum V = 0$$

التطبيق على قانون كيرشوف الثاني ومسائل المسار الواحد

(1) باستخدام قانون كيرشوف الثاني، احسب I

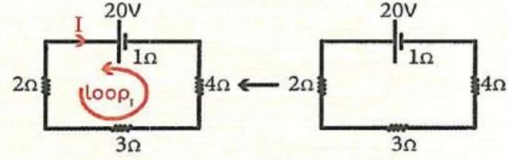




في المسار المغلق abcda:

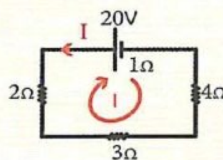
$\Sigma V_B = \Sigma V \rightarrow \Sigma V_B = \Sigma IR \rightarrow 20 = 10I \rightarrow I = 2A$

إذا عكسنا اتجاه التيار المفروض



loop (1): $\Sigma V_B = \Sigma V \rightarrow \Sigma V_B = \Sigma IR \rightarrow 20 = -10I \rightarrow I = -2A$

إذا عكسنا اتجاه المسار المفروض



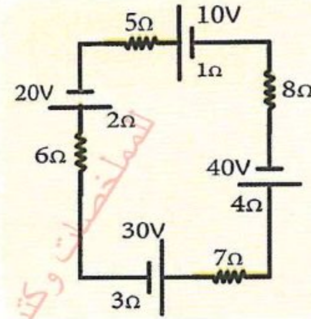
loop (1): $\Sigma V_B = \Sigma V = \Sigma IR$

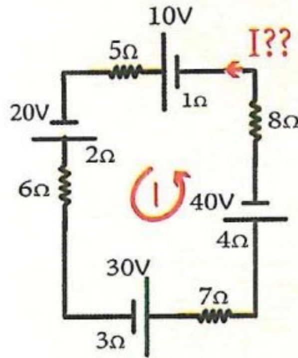
$-20 = -10I \rightarrow I = 2A$



التطبيق على قانون كيرشوف الثاني ومسائل المسار الواحد

2 أوجد شدة التيار I





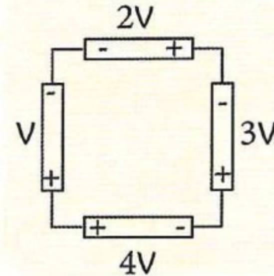
loop (1):

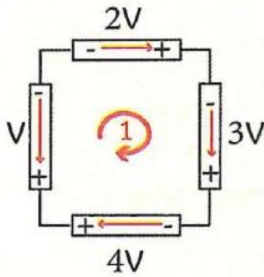
$\Sigma V_B = \Sigma V \quad 10+20+30-40=36I$

$\rightarrow 20=36I \rightarrow I=\frac{5}{9}A$

---

3 أوجد قيمة فرق الجهد V



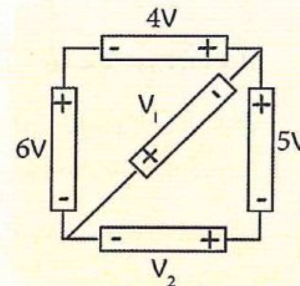


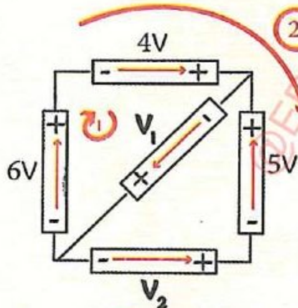
loop (1): $\Sigma V_B = \Sigma V$

$0 = 2+3+4-V \rightarrow V=9V$

---

4 أوجد قيمة فرق الجهد V_1, V_2





loop (1): $\Sigma V_B = \Sigma V \quad 0=6+4+V_1 \rightarrow V_1=-10V$

loop (2): $\Sigma V_B = \Sigma V \quad 0=6+4-5-V_2 \rightarrow V_2=5V$

استخدام قانوني كيرشوف معا

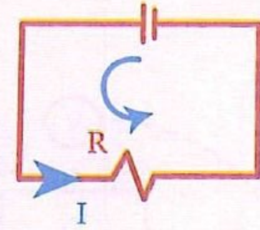
- تستخدم لحل الدوائر الكهربية المعقدة التي يصعب تطبيق قانون أوم عليها بشكل مباشر ، ويستخدم فيها **كل من قانوني كيرشوف الأول وكيرشوف الثاني** لإيجاد المجاهيل في الدائرة؛ وذلك إذا احتوت الدائرة على كل من تيارات وفروق جهد، وهو النوع الأكثر من المسائل.

خطوات حل مسائل قانوني كيرشوف

- نرسم الدائرة في أبسط صورة لها **(بعد اختصار أي مقاومات متصلة على التوالي أو التوازي)**
- **نفرض تيارات** لكل الأفرع مع تحديد اتجاهها على الرسم (إن لم تكن معلومة أو مفروضة)
- **نفرض اتجاه للدوران** في كل مسار بصورة عشوائية على الرسم.
(**مع أو عكس عقارب الساعة** - إن لم تكن مفروضة)
- يُطبق قانون **كيرشوف الأول** عند **نقطة تفرع للتيار** مرة واحدة. "المعادلة الأولى"
- إذا **وافق** اتجاه التيار المفروض اتجاه المسار المفروض يوضع التيار **موجبا** في المعادلة، وإذا كان اتجاه التيار **معاكسا** للمسار المفروض يوضع التيار **سالبا** في المعادلة كما هو موضح بالرسم.
- وإذا **وافق** اتجاه دفع البطارية اتجاه المسار المفروض توضع **موجبة**،
وإذا كان اتجاه دفع البطارية **عكس** المسار توضع **سالبة** في المعادلة.

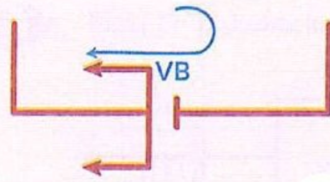
عند تطبيق الصيغة

$$\sum V_B = \sum I_R$$

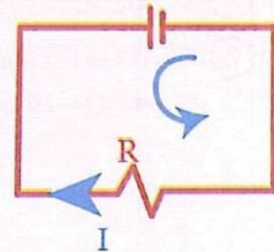


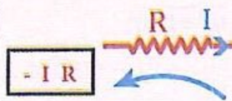


+VB

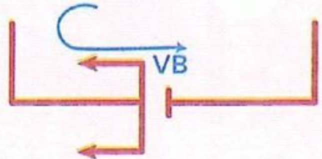


"المعادلة الثانية"





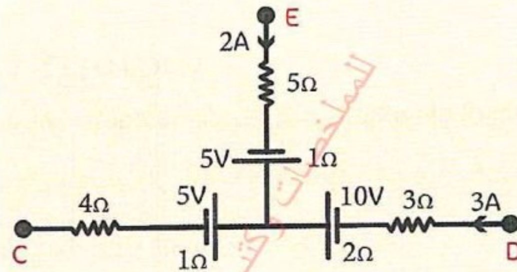
-VB

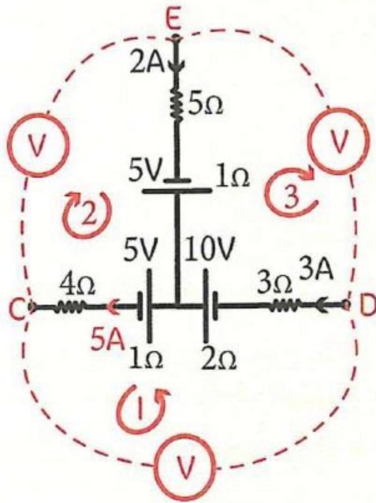




أمثلة على استخدام قانوني كيرشوف معا

1 باستخدام قانوني كيرشوف احسب V_{CD}, V_{CE}, V_{ED} :





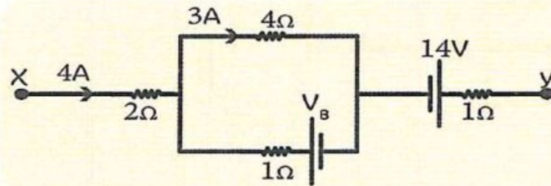
loop (1) : $\Sigma V_B = \Sigma IR \rightarrow 10-5=(3\times5)+(5\times5)+V_{CD} \rightarrow$ $V_{CD}=-35V$, $V_{DC}=35V$

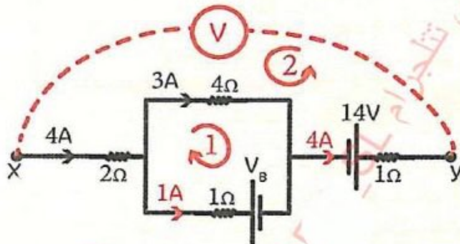
loop (2) : $\rightarrow 5-5=(2\times6)+(5\times5)+V_{CE} \rightarrow$ $V_{CE}=-37V$, $V_{EC}=37V$

loop (3) : $10-5=(3\times5)-(2\times6)+V_{ED} \rightarrow$ $V_{ED}=2V$, $V_{DE}=-2V$

---

2 (مصر ٢٠١٦) باستخدام قانوني كيرشوف احسب V_{xy}, V_B :





loop (1) : $\Sigma V_B = \Sigma IR \rightarrow V_B = (-1\times1)+(3\times4) = 11V$

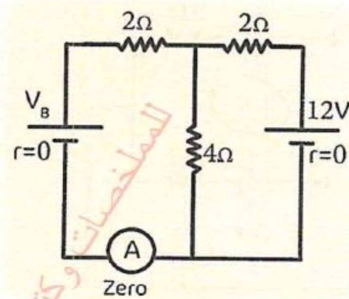
loop (2) : $\Sigma V_B = \Sigma IR \rightarrow 14=(4\times2)+(3\times4)+(4\times1)+V_{yx}$

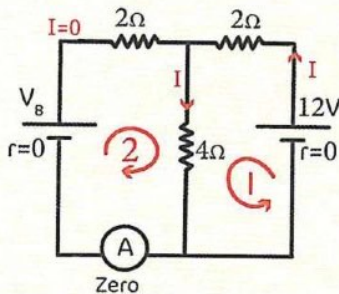
$\rightarrow V_{yx}=-10V \rightarrow V_{xy}=10V$



تابع أمثلة على استخدام قانوني كيرشوف معا

3 (مصر ٢٠٢١) احسب V_B إذا كانت قراءة الأميتر Zero:





loop (1):

$\Sigma V_B = \Sigma IR \rightarrow 12 = 2I + 4I$

$\rightarrow 12 = 6I \rightarrow I = 2A \rightarrow$ (2)

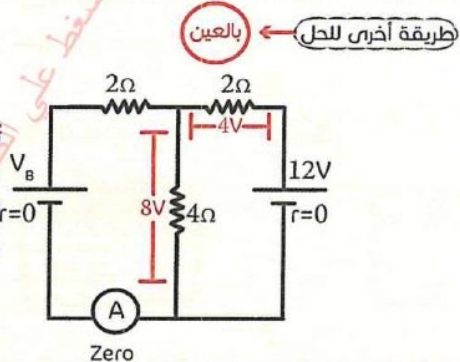
loop (2):

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$V_B = (0\times2) + (2\times4)$

$V_B = 8V$

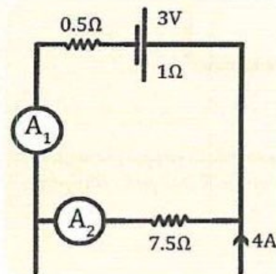
طريقة أخرى للحل ← بالعين

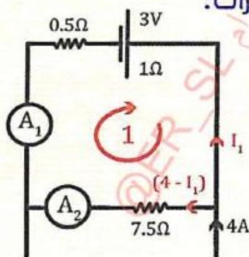


تُقسم ال **12V** على المقاومة **4 Ω** و **2 Ω** فيكون جهدهم **4V,8V** على الترتيب، فنجد أن V_B في المسار الأيسر تكون مساوية للجهد عبر ال **4 Ω** وتساوي **8V** (لأنها في حالة اتزان)

---

4 (السودان) باستخدام قانوني كيرشوف احسب قراءة الأميترات:





loop (1): $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$3 = -1.5 I_1 + (4 - I_1) \times 7.5$

$3 = -1.5 I_1 + 30 - 7.5 I_1$

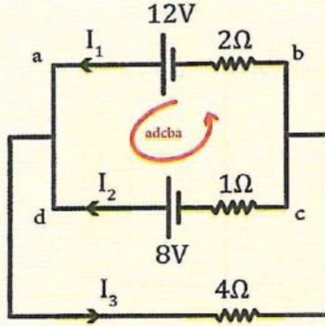
$9 I_1 = 27 \longrightarrow$ $I_1 = 3A$

$I_2 = 4 - 3 =$ 1 A



تابع أمثلة على استخدام قانوني كيرشوف معا

5 (مصر ٢٠٢١) (اختر) يمكن تطبيق قانون كيرشوف الثاني على المسار adcba على المسار:



(أ) $2I_1 + I_2 + 4 = 0$

(ب) $2I_1 - I_2 - 20 = 0$

(ج) $2I_1 - I_2 + 4 = 0$

(د) ● $3I_1 - I_3 - 4 = 0$

في المسار abcda :

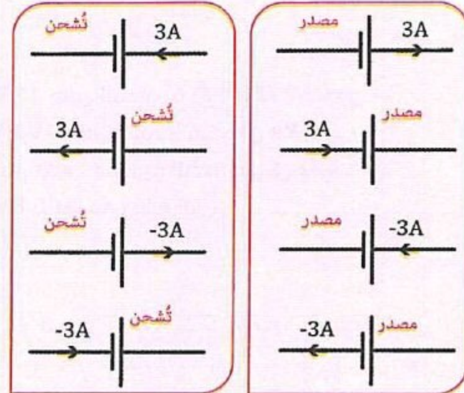
$\Sigma IR = \Sigma V_B$

$2I_1 - I_2 - 4 = 0 \longrightarrow$ (١)

من كيرشوف الأول $\longrightarrow I_1 + I_2 = I_3 \longrightarrow I_2 = I_3 - I_1$

بالتعويض في (١) $\boxed{3I_1 - I_3 - 4 = 0}$

تدريب



نعرف إزاي أن البطارية : ------- ؟

مصدر ⟵ إذا كان التيار الموجب ..
يدخل من القطب السالب وخارج من القطب الموجب

تُشحن ⟵ إذا كان التيار الموجب ..
يدخل من القطب الموجب وخارج من القطب السالب

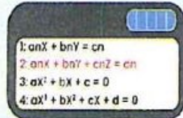
طريقة حل 3 معادلات على الآلة الحاسبة

- نتأكد من ترتيب المعادلات جميعاً على الصورة aX + bY + cZ = d ثم نقوم بإدخالها على الآلة؛ كالتالي:

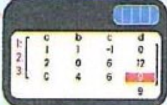
1 نضغط زر MODE: تظهر لنا قائمة من الاختيارات.



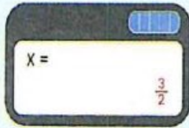
2 نختار الرقم الذي يوافق EQN - أي المعادلات - ← نختار الاختيار رقم 2 ؛ معادلة من الدرجة الأولى في ثلاثة مجاهيل (anX + bnY + cnZ = dn)



3 نقوم بإدخال المعاملات الخاصة بكل مجهول على حدة (بعد كتابة كل معامل نقوم بالضغط على زر = لتسجيله) a ثم b ثم c ؛ وذلك في كل معادلة من المعادلات الثلاثة.



4 بعد إدخال جميع المعاملات نقوم بالضغط على = فيظهر على الشاشة قيم المجاهيل على الترتيب X ثم نضغط = فيظهر Y ثم نضغط = فيظهر Z



- بعد إيجاد قيمة كل تيار:
- إذا كانت ناتج التيار موجباً فإن الاتجاه المفروض على الرسم هو الاتجاه الصحيح (الحقيقي) للتيار.
- إذا كانت ناتج التيار سالباً فإن الاتجاه المفروض على الرسم عكس الاتجاه الصحيح (الحقيقي) للتيار.

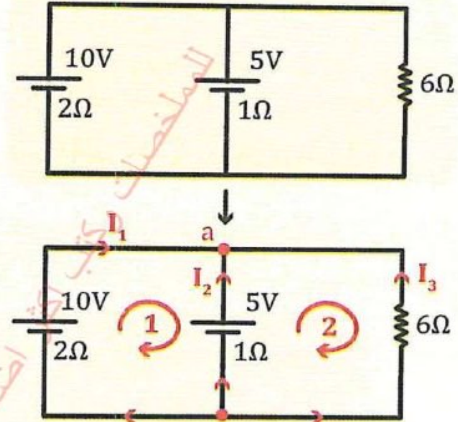




استخدام قانوني كيرشوف ومسائل المسارين

1 باستخدام قانوني كيرشوف احسب:

I_3 , I_2 , I_1



من كيرشوف الأول عند النقطة a ← $\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$I_1 + I_2 + I_3 = 0$

loop (1) ⟵ $2I_1 - I_2 + 0 = 5$

loop (2) ⟵ $0 + I_2 - 6I_3 = 5$

$I_1 = 2A$ | $I_2 = -1A$ | $I_3 = -1A$

(إذا أردت التأكد من الحل) ← نستخدم قانون بقاء الطاقة

$Pw_{\text{المنتجة}} = (V_B)\, I_B = 10 \times I_1 = 10 \times 2 = 20\ W$ (مصدر)

$Pw_{\text{المستهلكة}} = (V_B)\, I_B = 5 \times I_2 = 5 \times 1 = 5\ W$ (تشحن)

$+ I_1^2 R = 4 \times 2 = 8\ W$

$+ I_2^2 R = 1 \times 1 = 1\ W$

$+ I_3^2 R = 1 \times 6 = 6\ W$

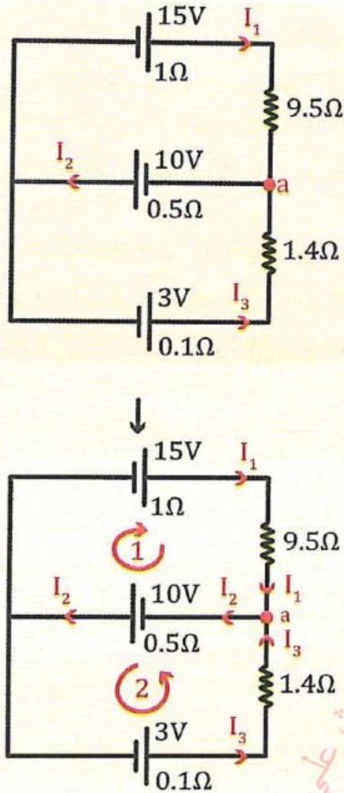
$= 6+1+8+5 = 20\ W$

إذا وجدت ($Pw_{\text{المستهلكة}} = Pw_{\text{المنتجة}}$) تأكد أن نواتج التيارات صحيحة

2 باستخدام قانوني كيرشوف احسب:

I_3 , I_2 , I_1

والقدرة



من كيرشوف الأول عند النقطة a ← $\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$I_1 - I_2 + I_3 = 0$

loop (1) ⟵ $10.5I_1 - 0.5I_2 + 0 = 25$

loop (2) ⟵ $0 + 0.5I_2 + 1.5I_3 = 13$

$I_1 = 2A$ | $I_2 = 8A$ | $I_3 = 6A$

$Pw_{\text{المنتجة}} = V_{B1}\, I_1 + V_{B2}\, I_2 + V_{B3}\, I_3$

$= (15 \times 2) + (10 \times 8) + (3 \times 6) = 128\ W$

$Pw_{\text{المستهلكة}} = I_1^2 R + I_2^2 R + I_3^2 R$

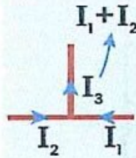
$= (4 \times 10.5) + (64 \times 0.5) + (36 \times 1.5) = 128\ W$

مسائل 3loops

- تأكد أولاً من الدائرة في أبسط صورة لها؛ يمكن لبعض الدوائر أن تختصر من 3- Loops إلى 2-loops مما يجعل حلها أسهل.

- لتقليل عدد المجاهيل على الرسم (وبالتالي عدد المعادلات) إلى 3 معادلات فقط (يمكن حلها باستخدام الآلة) نقوم بحل معادلة كيرشوف الأوَل على الرسم والحل باستخدام معادلات كيرشوف الثاني (3 معادلات) كالتالي:

- إذا أحتوت نقطة تقاطع للتيار على 3 مجاهيل (وليكن I_1 , I_2 , I_3)؛ نقوم بالتعويض عن أحدهم بدلالة المجهولين الآخرين باستخدام قانون كيرشوف الأول (نعوض عن I_3 ب $I_1 + I_2$ - مثلاً -).
- نقوم بكتابة باقي تيارات الأفرع بنفس الطريقة؛ وذلك حتى نقلل عدد المجاهيل على الرسم إلى 3 مجاهيل فقط.
- نقوم بكتابة معادلات كيرشوف الثاني (3 معادلات - 3 مجاهيل) ثم نقوم بإيجاد الحل.
- لإيجاد قيمة التيار I_3 نقوم بالتعويض في المعادلة: $I_1 + I_2 = I_3$



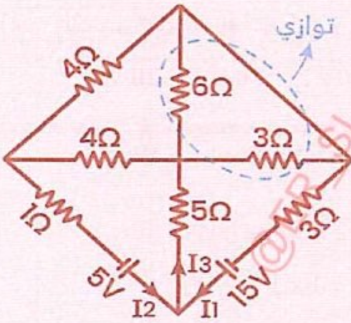
إذا استخدمنا نفس طريقة حل الـLoops-2 سوف نحتاج إلى 4 معادلات (معادلة من كيرشوف الأول و3 معادلات من كيرشوف الثاني) مما يجعل الحل أصعب؛ ولتبسيط الحل نستخدم الخطوات الآتية أولاً

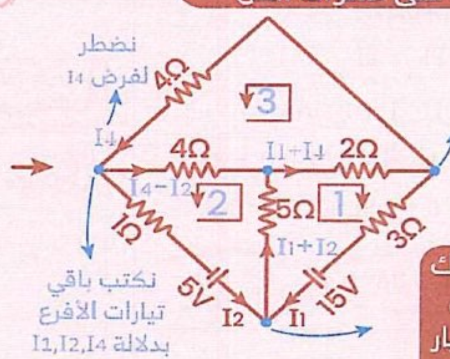
مثال

في الدائرة الموضحة بالشكل احسب قيم شدة التيارات I_1 , I_2 , I_3

⚠ ليس دائما المجهول هو التيار؛ فقد يكون أحد المجاهيل أو كلهم بطاريات أو مقاومات ولكن لا يؤثر هذا على خطوات الحل

⚠ نحذف أحد المقاومتين من الرسم، والمقاومة الأخرى تصبح محصلتهم





⚠ يوجد 3 أفرع؛ لذلك نحتاج إلى فرض تيارين فقط والتيار الثالث (I_3) يكون بدلالتهم (I_1+I_2)

مثـــال

Loop (1): $3I_1 + 5(I_1+I_2) + 2(I_1+I_4) = 15 \rightarrow 10I_1 + 5I_2 + 2I_4 = 15$ ---(1)

Loop (2): $5(I_1+I_2) - 4(I_4-I_2) + I_2 = 5 \rightarrow 5I_1 + 10I_2 - 4I_4 = 5$ ---(2)

Loop (3): $2I_1 - 4I_2 + 10I_4 = 0$ ---(3) →

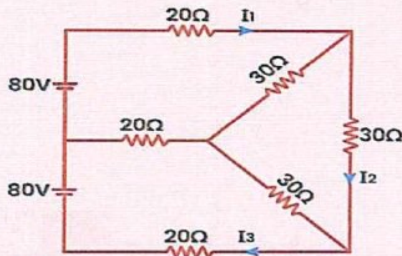
لاختصار الحل نقوم بتجميع كل تيار في ال Loop على حدى أولاً

$\rightarrow I_1 = \frac{97}{47} = 2.064A \quad , \quad I_2 = -\frac{39}{47} = -0.83A \quad , \quad I_4 = -\frac{35}{47} = -0.745A$

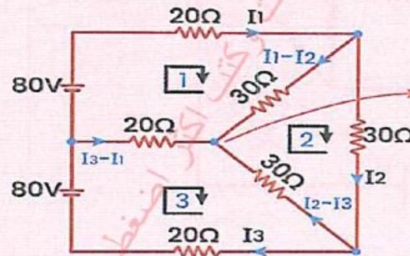
$\rightarrow I_3 = I_1 + I_2 = \frac{58}{47} = 1.234A$

مثـــال

في الدائرة الموضحة بالشكل احسب قيم شدة التيارات I_1 , I_2 , I_3



→



للتأكد من توزيع التيارات

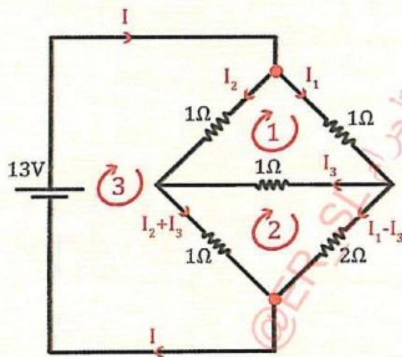
3 Loop (1): $70I_1 - 30I_2 - 20I_3 = 80$ ---(1)

Loop (2): $-30I_1 + 90I_2 - 30I_3 = 0$ ---(2) $\rightarrow I_1 = \frac{8}{3}A \quad , \quad I_2 = \frac{16}{9}A \quad , \quad I_3 = \frac{8}{3}A$

Loop (3): $-20I_1 - 30I_2 + 70I_3 = 80$ ---(3)

استخدام قانوني كيرشوف ومسائل ال 3 مسارات

1. باستخدام قانوني كيرشوف احسب مقاومة المجموعة:



$R' = \frac{V}{I}$ « $I = I_1 + I_2$ »

loop (1) → $I_1 - I_2 + I_3 = 0$

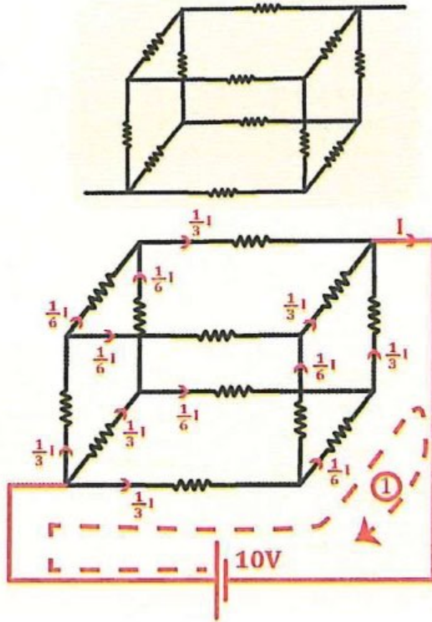
loop (2) → $2I_1 - I_2 - 4I_3 = 0$ →

loop (3) → $0 + 2I_2 + I_3 = 13$

$I_1 = 5A$ $I_2 = 6A$ $I_3 = 1A$

$I = 5 + 6 = 11A$ $R' = \frac{V}{I} = \frac{13}{11}\Omega$

2 باستخدام قانوني كيرشوف احسب مقاومة المجموعة: (علما بأن قيمة كل مقاومة R)



نفرض بطارية بأي قيمة ونقسم V على I الناتج لنحصل على قيمة R` حيث $R` = \frac{V}{I}$

$$\Sigma IR = \Sigma V_B$$

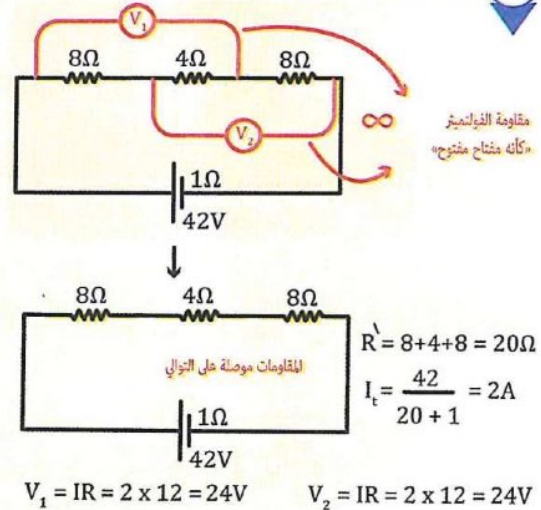
loop (1) → $\frac{1}{3}IR + \frac{1}{6}IR + \frac{1}{3}IR = 10$

$$\frac{5}{6}IR = 10 \longrightarrow I = \frac{12}{R}$$

$$R` = \frac{V}{I} = \frac{10}{12/R} = \frac{5}{6}R$$

تدريبات هامة

1 أوجد قراءة الفولتميترات V_2, V_1



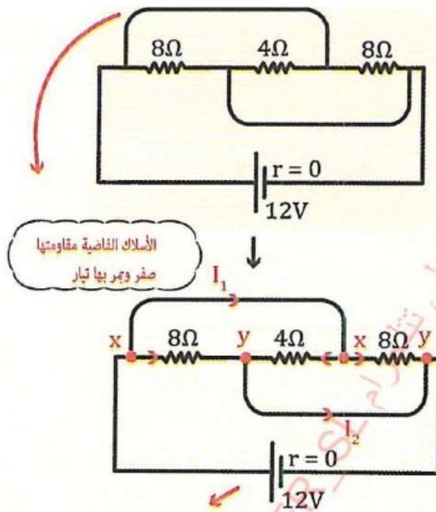
مقاومة الفولتميتر ∞ «كأنه مفتاح مفتوح»

$R` = 8+4+8 = 20Ω$

$I_t = \frac{42}{20+1} = 2A$

$V_1 = IR = 2 \times 12 = 24V$ $V_2 = IR = 2 \times 12 = 24V$

2



المقاومات موصلة على التوازي

$R` = 8//4//8 = 2Ω$ $I_t = \frac{12}{2} = 6A$

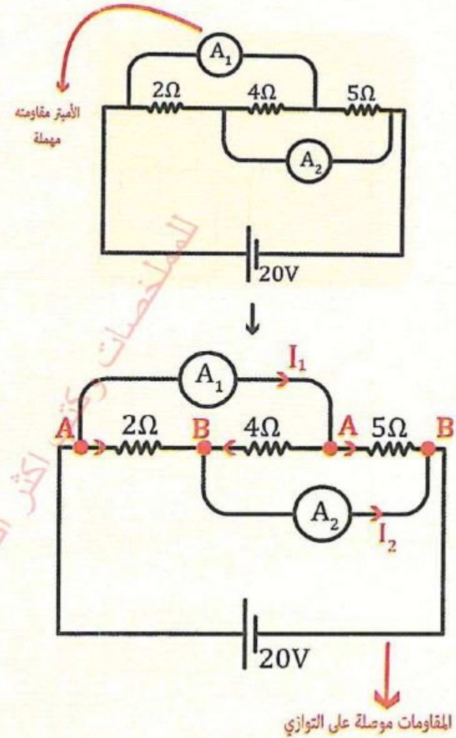
$$I_{8Ω} = \frac{V_{مجموعة}}{R_{فرع}} = \frac{6 \times 2}{8} = \frac{3}{2}A$$

$$I_{4Ω} = \frac{V_{مجموعة}}{R_{فرع}} = \frac{6 \times 2}{4} = 3A$$

$$I_{8Ω} = \frac{V_{مجموعة}}{R_{فرع}} = \frac{6 \times 2}{8} = \frac{3}{2}A$$

$I_1 = \frac{3}{2} + 3 = 4.5$ A $I_2 = \frac{3}{2} + 3 = 4.5$ A

3 أوجد قراءة الأميترات A2,A1



$$I_{2\Omega} = \frac{V_{\text{مجموعة}}}{R} = \frac{20}{2} = 10A$$

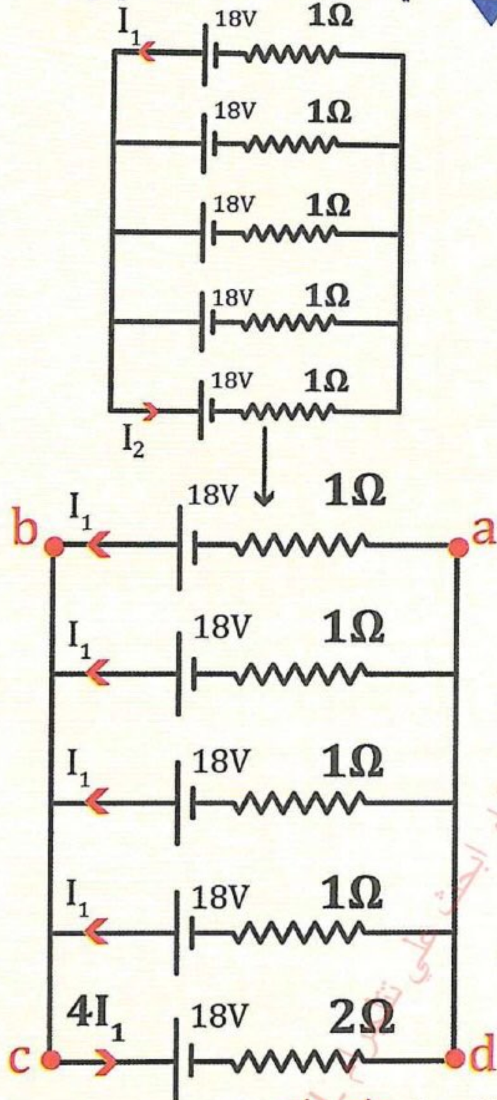
$$I_{4\Omega} = \frac{V_{\text{مجموعة}}}{R} = \frac{20}{4} = 5A$$

$$I_{5\Omega} = \frac{V_{\text{مجموعة}}}{R} = \frac{20}{5} = 4A$$

$$I_1 = I_{4\Omega} + I_{5\Omega} = 5 + 4 = 9A$$

$$I_2 = I_{4\Omega} + I_{2\Omega} = 5 + 10 = 15A$$

4 في الدائرة المقابلة احسب I_2, I_1



عبر المسار abcda

$$\sum V_B = \sum I_R$$

$$18 = I_1 + (4I_1 \times 2)$$

$$18 = 9I_1$$

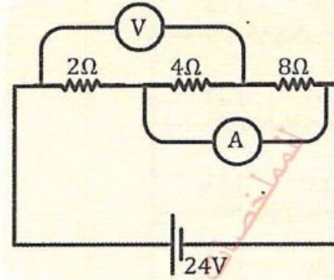
$$I_1 = \frac{18}{9} = 2\ A$$

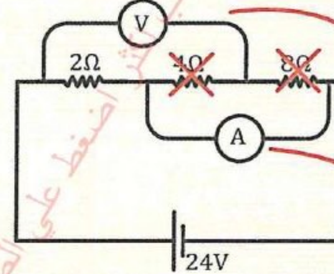
$$I_2 = 4 \times 2 = 8A$$



تابع تدريبات هامة

5 أوجد قراءة الفولتميتر وقراءة الأميتر





∞ مقاومة الفولتميتر «كأنه مفتاح مفتوح»

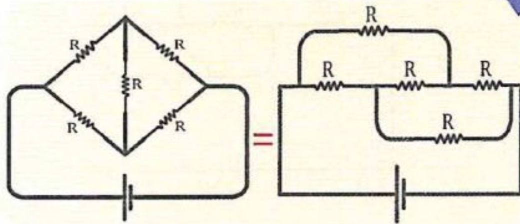
الأميتر مقاومته مهملة ويعمل كسلك فاضي

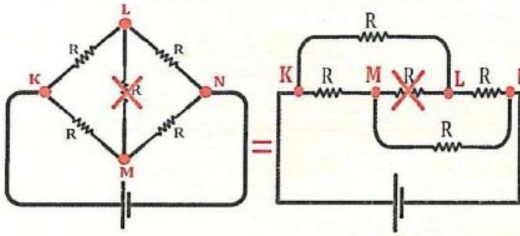
تُلغى المقاومتان 4Ω ، 8Ω لأنهم توازي مع الأميتر مهمل المقاومة

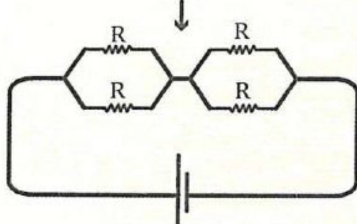
قراءة الأميتر = $I_t = I_{2\Omega} = \frac{V}{R} = \frac{24}{2} = 12A$

قراءة الفولتميتر = $V = IR = 12 \times 2 = 24V$

6 أوجد قيمة المقاومة المكافئة

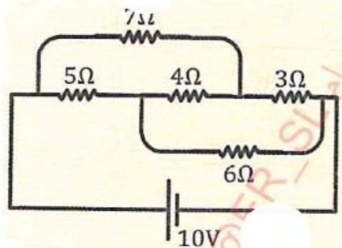


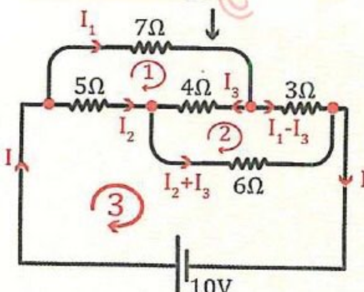




$0.5\,R + 0.5\,R = R$

7 أوجد قيمة المقاومة المكافئة





$R' = \frac{V}{I}$ « $I = I_1 + I_2$ »

loop ① ⟶ $7I_1 - 5I_2 + 4I_3 = 0$

loop ② ⟶ $3I_1 - 6I_2 - 13I_3 = 0$

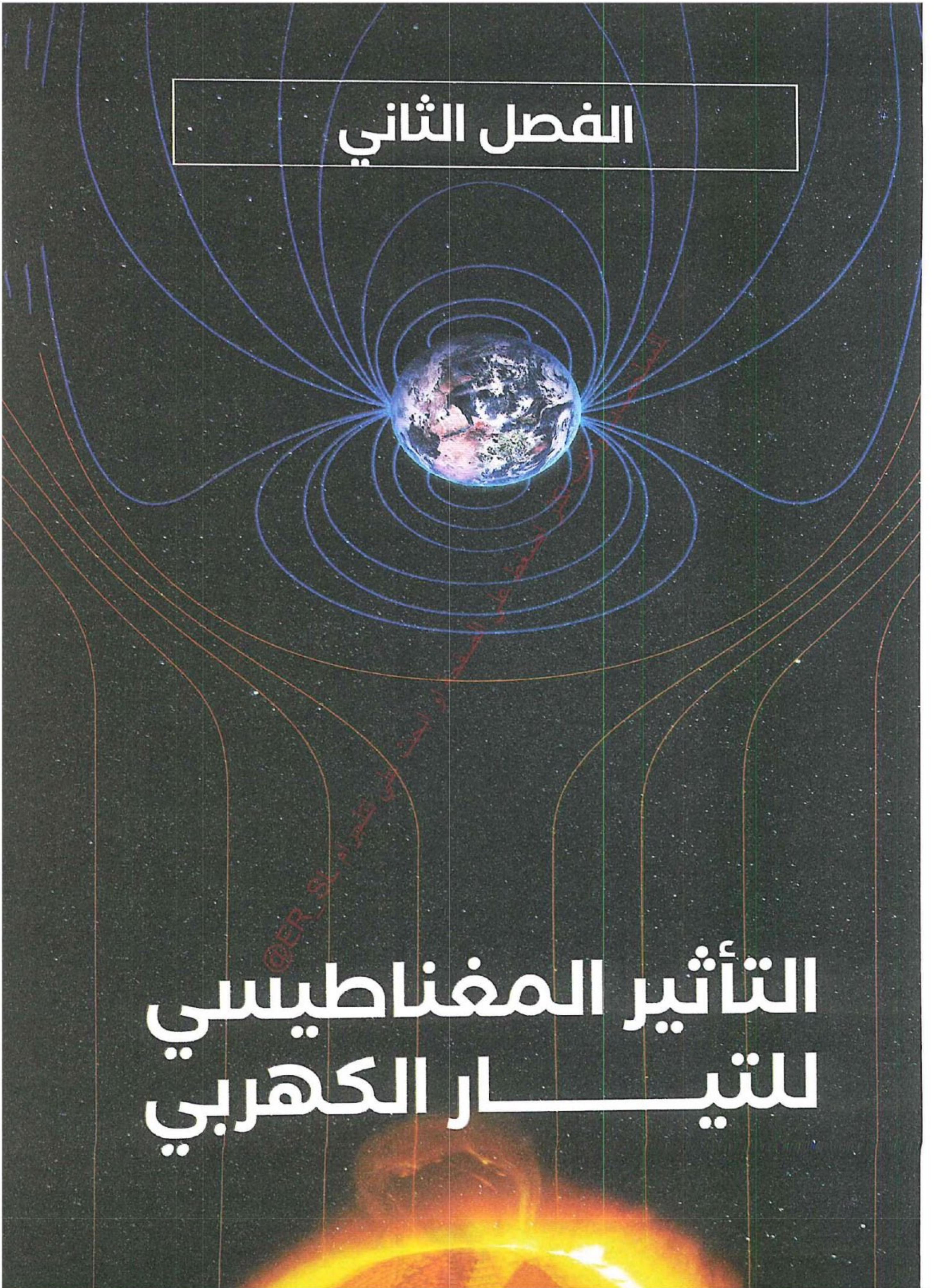
loop ③ ⟶ $0 + 11I_2 + 6I_3 = 10$

$I_1 = \frac{890}{971}A$

$I_2 = \frac{1030}{971}A$

$I_3 = \frac{-270}{971}A$

$I = I_1 + I_2 = \frac{1920}{971}A$ $\quad R' = \frac{V}{I} = 5.05\ \Omega$


الفصل الثاني
التأثير المغناطيسي
للتيـــــار الكهربي

المحاضرة الأولى

التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي

محتويات المحاضرة

مقدمة - الفيض المغناطيسي - كثافة الفيض المغناطيسي - التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي

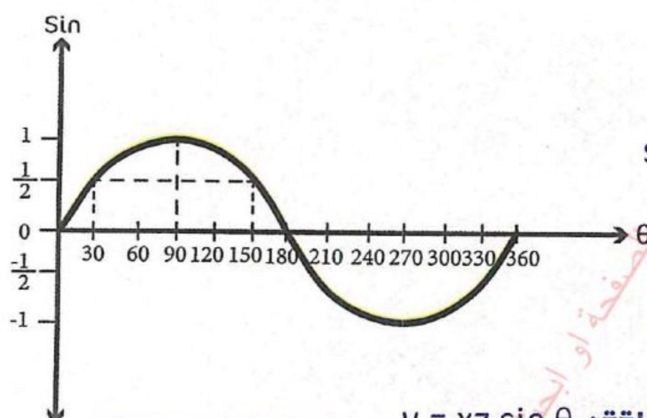
مقدمة رياضية

1 منحنى الجا (Sin θ)

يسمى هذا المنحنى علاقة جيبية

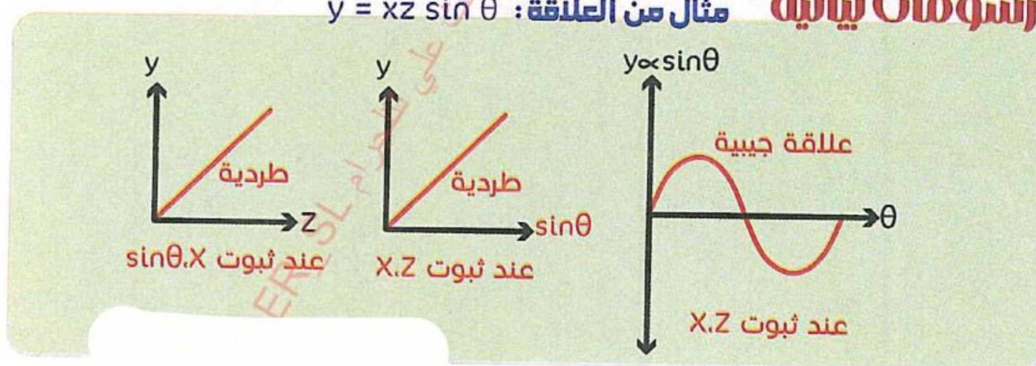
Sin (الزاوية المكملة لها) = Sin (الزاوية)

مثال: Sin (30) = Sin (150)



رسومات بيانية

مثال من العلاقة: y = xz sin θ



2 تحليل القوة إلى مركبتين متعامدتين









متجهات القوى

F

القوة المؤثرة على الجسم تكون F لأعلى

F

إذا أثرنا على جسم بقوة في هذا الاتجاه يكون القوة المؤثرة (للشرق) يمين الصفحة

$F \sin\theta$ المركبة الرأسية للقوة

F

θ

المركبة الأفقية للقوة $F \cos\theta$

ملحوظة

إذا أثرنا على الجسم بقوة مائلة F ، فإن هذه القوة تعمل في اتجاهين في آن واحد ، جزء منها يؤثر في الاتجاه الأفقي والاخر في الاتجاه الرأسي

③ جمع المتجهات

① F_1 F_2

أ (قوتين في نفس الاتجاه)

ب محصلة القوى : $\Sigma F = F_1 + F_2$

يكون اتجاه المحصلة غربا

② F_1 F_2

أ (قوتين في اتجاهين متضادين)

ب محصلة القوى : $\Sigma F = F_{\text{أكبر}} - F_{\text{أصغر}}$

③ F_1 F_2

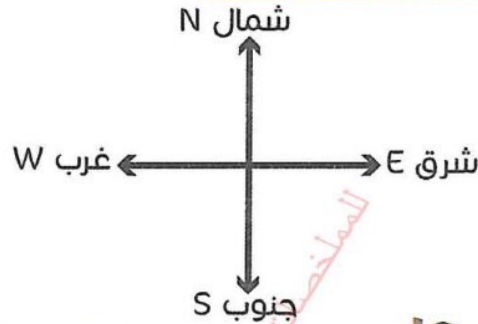
المحصلة (شمال غرب)

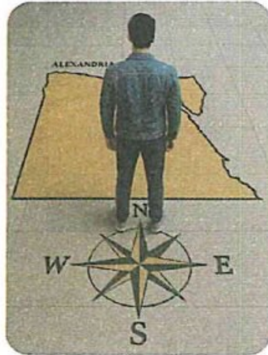
أ (قوتين في اتجاهين متعامدين)

ب محصلة القوى : $\Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

ويكون اتجاه المحصلة في اتجاه القوة الأكبر

مقدمة جغرافية بسيطة





انتبه!

الشمال ليس (الأعلى)

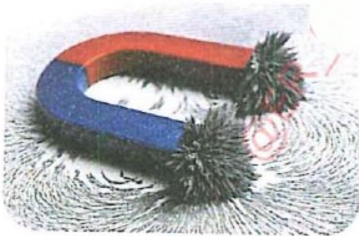
1. إذا كنت واقف سيكون الاتجاه الذي تنظر إليه أمامك مباشرة هو الشمال،وخلفك مباشرة هو الجنوب، ويمينك هو الشرق ويسارك هو الغرب
2. الاتجاهات الأربعة هي اتجاهات أفقية وليس رأسية.

مقدمة مغناطيسية

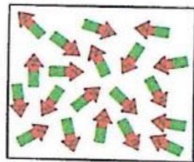


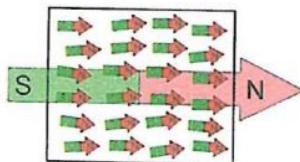
يُرجح المؤرخون في إحدى القصص أن الفضل في اكتشاف المغناطيس يعود إلى راعي غنم يوناني اسمه (ماغنس) وتقول الرواية أن هذا الراعي كان واقفا على قمة جبل وأحس بأن شيئا يجذب طرف عصاه ومسامير نعله بشكل قوي إلى الأسفل، مما دفعه إلى الحفر عند موضع قدميه ليجد حجرا يجذب الحديد وقد أطلق على هذا الحجر اسم المغنتيت أو حجر المغناطيس

(أ) السبب في ظهور القوة المغناطيسية



- المغناطيس يصدر قوة لا ترى بالعين ولكنها يستدل عليها وتؤثر فيما يجاورها فإذا وضعت مغناطيس في برادة حديد فسيتم إعادة ترتيب هذه البرادة بشكل معين لتدل على هذه القوة

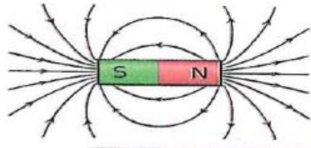




- تتولد المغناطيسية ،بسبب حركة الإلكترونات داخل الذرات فالالكترونات تدور حول النواة وتدور حول نفسها في نفس الوقت مما يخلق مجالا مغناطيسيا صغيرا في المواد المغناطيسية،تترتب هذه المجالات المغناطيسية الصغيرة بحيث تشير في نفس الاتجاه مما يؤدي إلى تولد مجال مغناطيسي قوي للمادة بأكلمها

ب

أقطاب المغناطيس



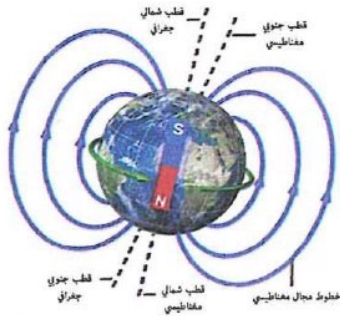
← للمغناطيس قطب شمالي وقطب جنوبي

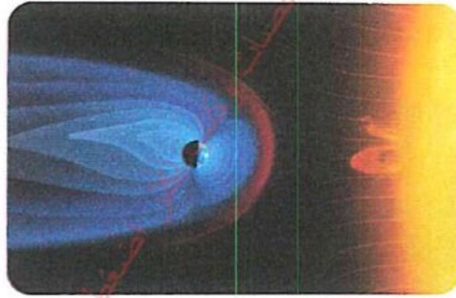
جـ

المجال المغناطيسي للأرض

← لب الأرض يحتوي على الحديد والنيكل بكمية كبيرة واللذان تحتوي ذراتهما على الكترونات مفرده وهم في صورة سائلة ويسهل ترتيب ذراتهم ويصبح للأرض مجال مغناطيسي تحمي الأرض من الأشعة الكونية.

← يكون اتجاه خطوط المجال المغناطيسي من القطب الجنوبي الجغرافي إلى القطب الشمالي الجغرافي إذا أحضرنا مغناطيس حر الحركة فسيكون شماله هو الشمال الجغرافي للأرض حتى يصبح مجالهما في نفس الاتجاه.

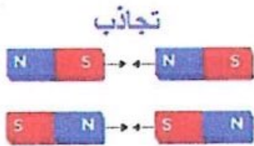


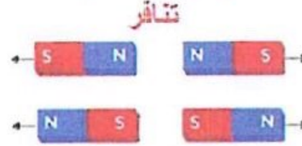


د

قانون التجاذب والتنافر المغناطيسي

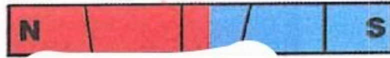
← الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب



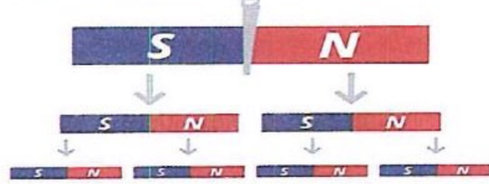


← إذا تم كسر مغناطيس إلى نصفين كل نصف لا يُكوّن قطب شمالي أو جنوبي مُفرد.

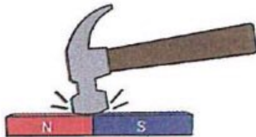
لأن جسم المغناطيس ذراته (المجال المغناطيسي الداخلي) تكون مرتبه في اتجاه معين

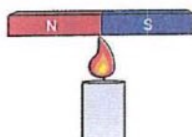






ولكن إذا تم الطرق بشدة على المغناطيس أو تسخينه بشده سيزول ترتيب الذرات وبالتالي تزول المغنطة



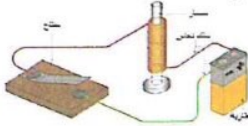


هـ

أنواع المغناطيسات

دائــم | **كهربي (هو الأكثر استخداما)**





المغناطيس الدائم من الصلب الذي يصعب فقدانه المغنطه، بينما المغناطيس الكهربى من الحديد المطاوع و الذى يسهل مغنطته مع مرور التيار الكهربى المستمر و فقده للمغنطه عند قطع التيار المستمر

المغناطيس الكهربي

هو جهاز يكون من الداخل عبارة عن مادة مغناطيسية محاطة بملف يمر من خلاله تيار



له العديد من الاستخدامات مثل: الاوناش المغناطيسية في مصانع الحديد والصلب

و

البوصلة المغناطيسية



← هي أداة تستخدم لمعرفة الاتجاهات الجغرافية الأربعة «الشمال، الجنوب، الشرق، الغرب» وتتألف من إبرة ممغنطة تُقرن نفسها

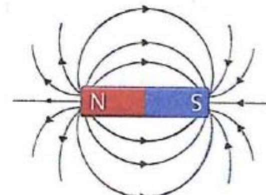
← مع المجال المغناطيسي للأرض

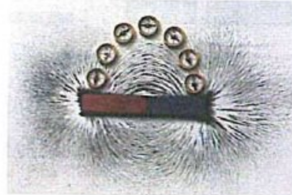
وعند الاستخدام توضع البوصلة في وضع أفقه،

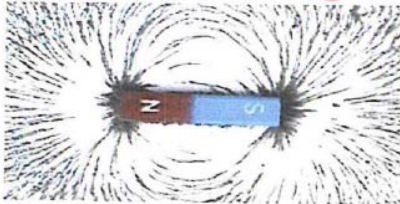
ز

المجال المغناطيسي للمغناطيس

1) **عـرف؟** هي المنطقة المحيطة بمغناطيس وتظهر فيها اثار قواه المغناطيسية







② الاتجاه؟ اتجاه خطوط المجال تكون من القطب الشمالي للجنوبي خارج المغناطيس ومن الجنوبي للشمالي داخل جسم المغناطيس، **وتسمى خطوط المجال المغناطيسي أو خطوط القوى المغناطيسية أو خطوط الفيض المغناطيسي**

③ تحديد شكل المجال واتجاهه؟ لتحديد شكل المجال المغناطيسى نستخدم برادة الحديد ، بينما تستخدم البوصله لتحديد أتجاه المجال المغناطيسى



نجد أنـــه

هذه الخطوط تعبر عن حدود منطقة المجال وشكل المجال واتجاه المجال،وأيضا تعبر عن مدى قوة المغناطيس

a) أشكال المغناطيـــس

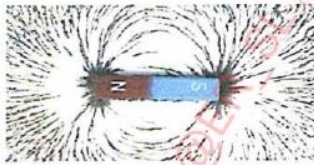


b) المجال المغناطيسي المنتظم وغير المنتظم

(المجال المنتظم)
يكون منتظم الشدة والاتجاه



(المجال غير المنتظم)
غير منتظم في الشدة وفي الاتجاه





خلصنا المقدمة
بسم الله....نبدأ الفصل

قانون كثافة الفيض المغناطيسي B خلال مساحة معينة



كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة B

-هي الفيض المغناطيسي المار عموديًا بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة

ووحدتها $Tesla = weber / m^2$

$$B = \frac{\phi_m}{A}$$

- ϕ_m ← الفيض المغناطيسي (Weber)
- B ← كثافة الفيض المغناطيسي (Tesla)
- A ← المساحة المعرضة للمجال (m^2)

8 الفيض المغناطيسي ϕ_m في مساحة معينة = المركبة العمودية لكثافة الفيض المغناطيسي × المساحة المعرضة للمجال

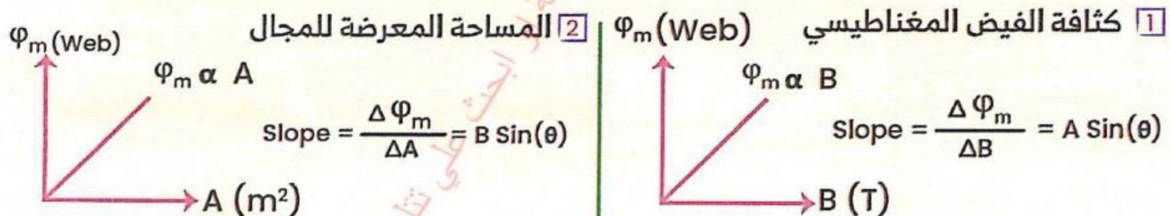
قانون الفيض المغناطيسي ϕ_m خلال مساحة معينة

ووحدتها $Weber = Tesla.m^2$

$$\varphi_m = BA \sin(\theta)$$

θ هي الزاوية المحصورة بين خطوط الفيض والمساحة

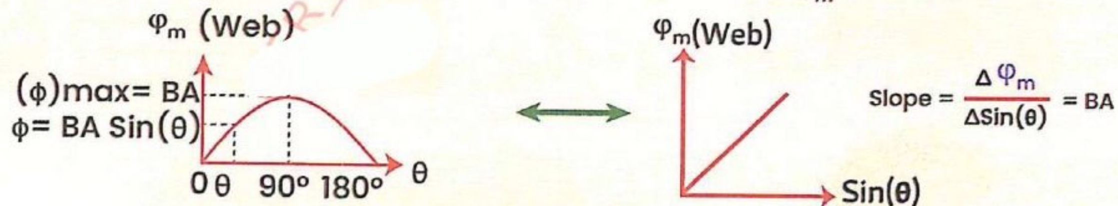
العوامل التي يتوقف عليها φ_m خلال مساحة معينة :



3 جيب الزاوية المحصورة بين الملف والمجال

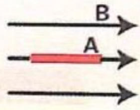
$\varphi_m \alpha \sin(\theta)$

أو الزاوية التي يصنعها الملف مع المجال بدءاً من الوضع الموازي خلال نصف دورة علاقة جيبية



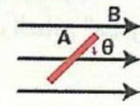
ملاحظـات



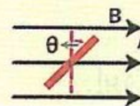


- عندما تكون المساحة موازية لخطوط الفيض يكون الفيض = صفر

φ_m = zero

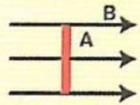


- عندما تميل مساحة على خطوط الفيض بزاوية θ نأخذ المركبة العمودية لها $\varphi_m = BA\sin(\theta)$.



- عندما تميل المساحة على العمودي على خطوط الفيض بزاوية θ

$\varphi_m = BA\sin(90-\theta)$ or $BA\cos(\theta)$



- يكون الفيض نهاية عظمى عندما تكون المساحة عمودية على خطوط الفيض $\varphi_m = BA$

- إذا دار الملف بزاوية θ بدءاً من الوضع

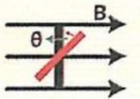
الموازي

$\varphi_m = BA\sin(\theta)$



العمودي

$\varphi_m = BA\sin(90\pm\theta)$

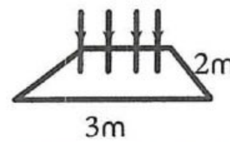


مثال هام

إطار مستطيل أبعاده 2m x 3m وُضع عموديًا داخل مجال مغناطيسي منتظم شدته 0.2T أحسب الفيض المار من داخل الإطار في الحالات الآتية :

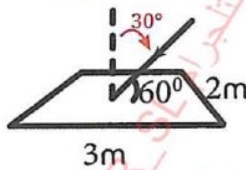


① في الوضـــع الأساسي :



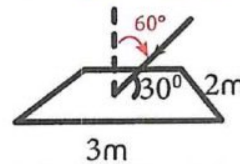
$\varphi_m = BA\sin\theta = 0.2\times6\times\sin90 = 1.2Web$

② بعد دوران المجال بزاوية 30 من الوضع الأول :



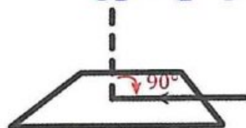
$\varphi_m = BA\sin60 = 1.2\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.6\sqrt{3}Web$

③ بعد دوران المجال بزاوية 60 من الوضع الأول :



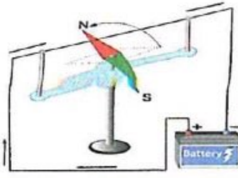
$\varphi_m = BA\sin30 = 1.2\times0.5 = 0.6Web$

④ بعد دوران المجال بربع دورة من الوضع الأول :



$\varphi_m = BA\sin0 = Zero$

المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في سلك مستقيم



تمهيد

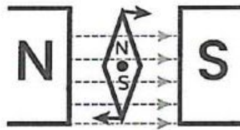
اكتشف العالم "هانز أورستد" عام 1819 أنه عند وضع بوصلة صغيرة فوق سلك يمر به تيار كهربي وموازية له: في نفس مستواه أن



- إبرة البوصلة تنحرف في اتجاه معين.
- عند عكس اتجاه التيار تنحرف البوصلة في الاتجاه المضاد.
- عند قطع التيار الكهربي تستعيد البوصلة اتجاهها الأصلي.

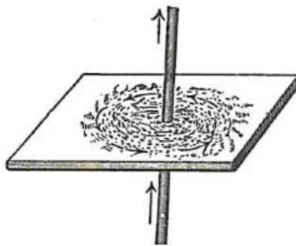
ملحوظة

- استنتج أورستد أن: انحراف البوصلة أثناء مرور التيار الكهربي في السلك يوضح أنها تتأثر بمجال مغناطيسي حول السلك نتيجة مرور تيار كهربي به.. وهذا ما يُطلق عليه التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي.



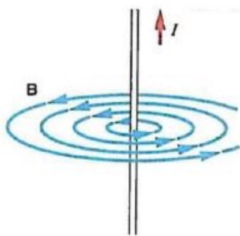
المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربي في سلك مستقيم

تجـربـة:



- انثر برادة الحديد على لوحة أفقية من الورق المقوى يخترقها السلك المستقيم وهو في وضع رأسي واطرق لوح الورق طرقات خفيفة
- قم بزيادة شدة التيار الكهربي المار في السلك واطرق على اللوح مرة أخرى

ملاحظات



تترتب برادة الحديد على هيئة دوائر منتظمة ،متحدة المركز مركزها محور السلك المستقيم بحيث تتزاحم بالقرب من السلك وتقل بالابتعاد عنه

شكل خطوط المجال حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربي

(1) دوائر متحدة المركز مركزها محور السلك
(2) مستواها عمودي على محور السلك
(3) تقل كثافتها كلما ابتعدنا عن محور السلك (مجال غير منتظم)

تحديد اتجاه خطوط المجال وقاعدة أمبير لليد اليمنى

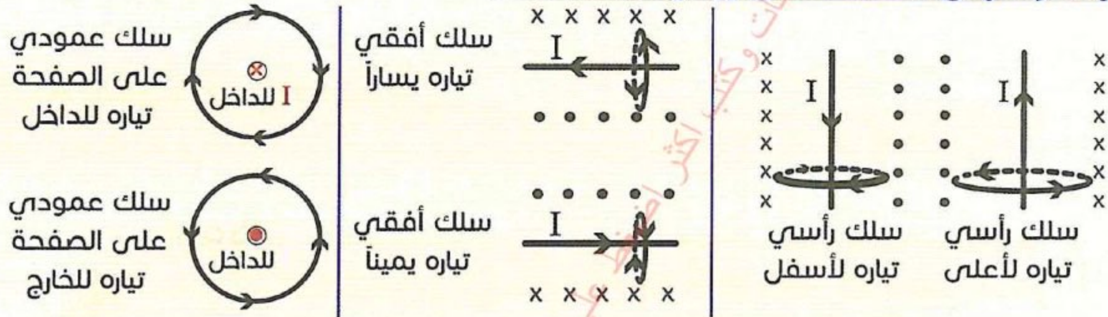
① قاعدة أمبير لليد اليمنى



الاستخدام : في تحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربي

الطريقــــة : نقبض على السلك باليد اليمنى بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار فيكون التفاف باقـــــي الاصابع مع اتجاه المجال

رسم مجال السلك من زوايا مختلفة



السلك والبوصلة

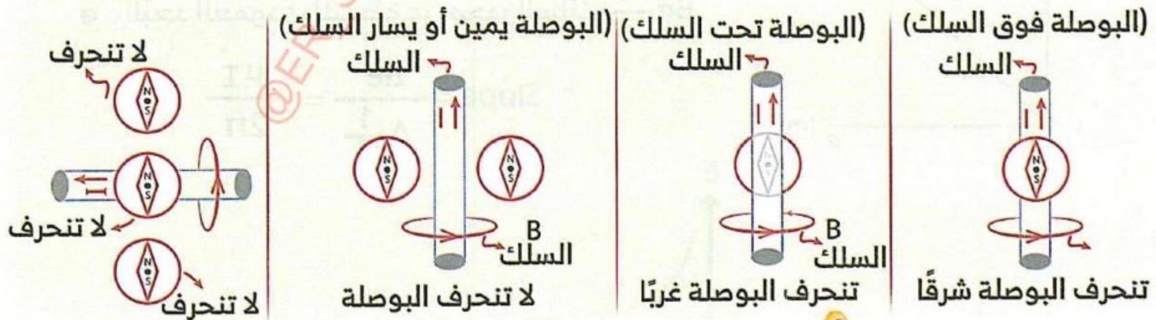


يكون اتجاه انحراف القطب الشمالي للبوصلة مع اتجاه المجال
- المغناطيسي المؤثر

تنحرف البوصلة فقط إذا كان المجال المؤثر عليها اتجاهه للشرق أو.
- للغرب

لكي تنحرف البوصلة بمجال السلك يجب أن يكون:

- السلك أفقي فوق أو تحت البوصلة . - السلك موازي لإبرتها في نفس مستواها الرأسي .



انتبه!

البوصلة لا تعمل إلا في الوضع الأفقي

حساب كثافة الفيض المغناطيسي حول سلك مستقيم

- تتعين كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة تبعد مسافة d عن محور سلك يمر به تيار كهربي شدته I من العلاقة :

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

- I: شدة التيار المار في السلك (A)
- μ: النفاذية المغناطيسية للوسط (T.m/A or Web/A.m)
- B: كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة حول السلك (Tesla)
- d: البُعد العمودي للنقطة عن محور السلك (m)

وتُسمى بقانون أمبير الدائري

النفاذية المغناطيسية لوسط μ

قابلية الوسط لنفاذ الفيض المغناطيسي خلاله (تختلف من وسط لآخر) ووحدتها T.m/A = Web/A.m

عرف

ملحوظة

معامل النفاذية المغناطيسية للهواء $(\mu_o) = 4\pi \times 10^{-7}$ web/A.m

العوامل التي يتوقف عليها "B" حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربي

- معامل النفاذية المغناطيسية $B \propto \mu$

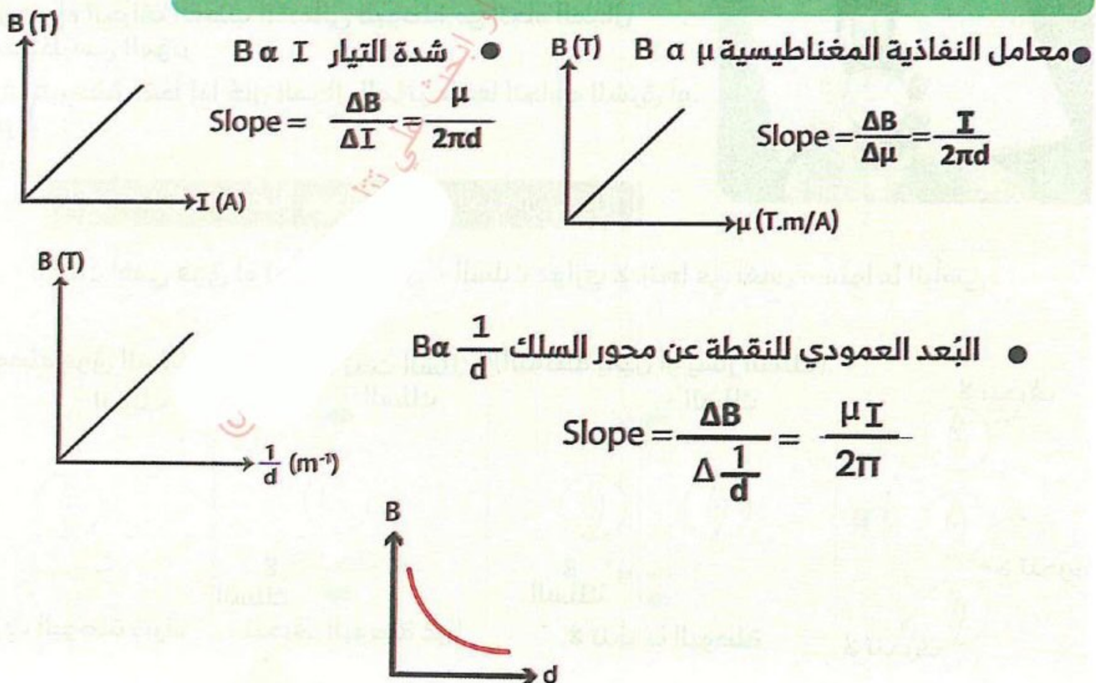
$$Slope = \frac{\Delta B}{\Delta \mu} = \frac{I}{2\pi d}$$

- شدة التيار $B \propto I$

$$Slope = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{\mu}{2\pi d}$$

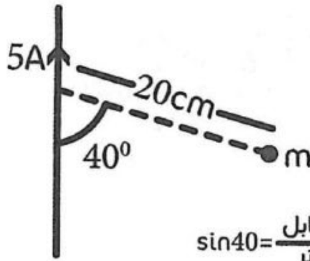
- البُعد العمودي للنقطة عن محور السلك $B \propto \frac{1}{d}$

$$Slope = \frac{\Delta B}{\Delta \frac{1}{d}} = \frac{\mu I}{2\pi}$$



مسائل هامة على قانون أمبير الدائري

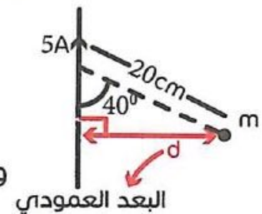
توضيح d



احسب شدة المجال المغناطيسي عند m علما بأن معامل النفاذية المغناطيسية $\mu_{هواء}=4\pi\times10^{-7}$ Tesla.m/A

الحل

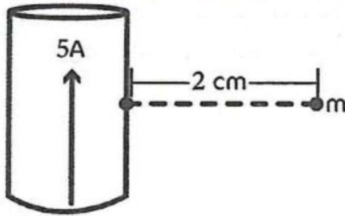
$$\sin40=\frac{مقابل}{وتر}=\frac{d}{0.2}\longrightarrow d=0.2\sin40$$



$$B=\frac{\mu I}{2\pi d}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times5}{2\pi\times0.2\times\sin40}=7.8\times10^{-6}T$$

واتجاه المجال عند النقطة m عمودي على الصفحة للداخل

(البعد العمودي عن محور السلك)



سلك مستقيم قطره 1cm يمر به تيار 1A حسب كثافة الفيض عند النقطة m التي تبعد 2cm عن سطح السلك

الحل

نحسب d وهو المسافة بين النقطة وسطح السلك+ (r) نصف قطر السلك

d= 2+0.5 = 2.5 cm

$$B=\frac{\mu I}{2\pi d}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times5}{2\pi\times2.5\times10^{-2}}=4\times10^{-5}T$$

(علاقة d)

((يراعى عند بناء المساكن الابتعاد عن كابلات وأبراج الضغط العالي))

← لتقليل الأضرار الناشئة عن المجال المغناطيسي حيث شدة المجال المغناطيسي تتناسب عكسيا مع المسافة d

مثال

أسرة تسكن بالقرب من أبراج الضغط العالي وعندهم أحد الأبناء في الصف الثالث الثانوي العام (علمي).فعلم الطالب بخطورة الموضوع فأخبر والده فقام والده بشراء مسكن اخر أبعد عن أبراج الضغط العالي بنسبة 60% .احسب مقدار النقص في شدة المجال المغناطيسي عند المسكن الجديد

الحل

$\because B\propto\frac{1}{d}$ ، $(B=\frac{\mu I}{2\pi d})$

$$\frac{B_{جديد}}{B_{قديم}}=\frac{d_{قديم}}{d_{جديد}}=\frac{1}{1.6}\longrightarrow B_{جديد}=62.5\%\ B_{قديم}$$

$\therefore \Delta B_{مقدار\ النقص}=37.5\%$

قارن بين كثافة الفيض الناشئ عن مرور تيارين في سلكين متوازيين

التياران في نفس الاتجاه	قارن	التياران في عكس الاتجاه
	شكل المجال	



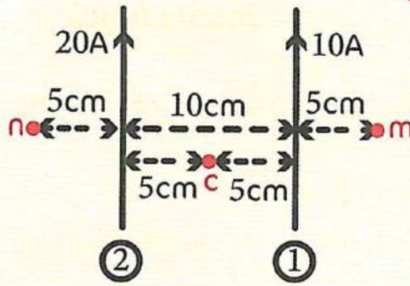
التياران في نفس الاتجاه	قارن	التياران في عكس الاتجاه
يكون اتجاه المجال لكل منهما بين السلكين معاكساً للآخر لذلك تُحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة بينهما من العلاقة: $B_t = B_{كبير} - B_{صغير}$	كثافة الفيض بين السلكين	يكون اتجاه المجال بين السلكين في نفس الاتجاه فتُحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة بينهما من العلاقة: $B_t = B_1 + B_2$
يكون اتجاه المجال لكل منهما خارج السلكين في نفس الاتجاه لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة خارج السلكين من العلاقة: $B_t = B_1 + B_2$	كثافة الفيض خارج السلكين	يكون اتجاه المجال خارج السلكين لكل منهما في عكس الاتجاه لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة خارجهما من العلاقة: $B_t = B_{كبير} - B_{صغير}$
محصلة كثافة الفيض خارج السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض بين السلكين فتتولد قوة تجاذب مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض (الخارج) إلى الموضع الأقل في كثافة الفيض (الداخل).	القوة المؤثرة على السلكين	محصلة كثافة الفيض بين السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض خارجهما فتتولد قوة تنافر مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض (الداخل) إلى الموضع الأقل في كثافة الفيض (الخارج).





مسائل هامة على السلكين

سلكين من منظور أمامي



1 احسب محصلة شدة المجـــال عند النقطة c,n,m



الحل

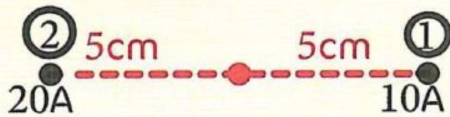
$$B_m = B_1 + B_2 = \frac{\mu}{2\pi}\left[\frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2}\right] = 2\times10^{-7}\times\left[\frac{10}{0.05} + \frac{20}{0.15}\right] = 6.67\times10^{-5}\,T$$

والاتجاه للداخل

$$B_n = B_2 + B_1 = 2\times10^{-7}\times\left[\frac{20}{0.05} + \frac{10}{0.15}\right] = 9.3\times10^{-5}\,T$$ والاتجاه للخارج

$$B_c = B_2 - B_1 = 2\times10^{-7}\times\left[\frac{20}{0.05} - \frac{10}{0.05}\right] = 4\times10^{-5}\,T$$ والاتجاه للداخل

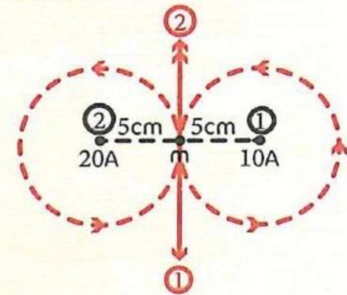
سلكين من منظور علوي



2 احسب محصلة واتجاه المجال عند النقطة m



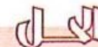
الحل



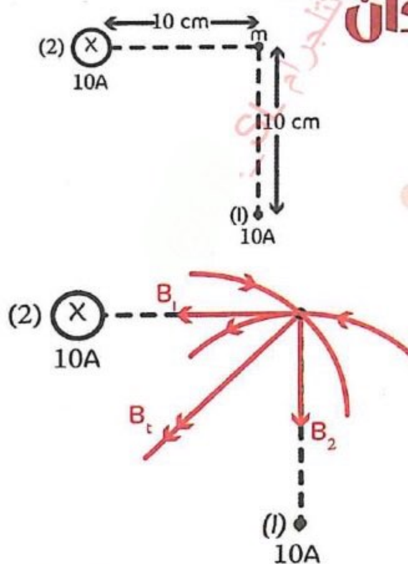
$$B_n = B_2 - B_1 = 2\times10^{-7}\times\left[\frac{20}{0.05} - \frac{10}{0.05}\right] = 4\times10^{-5}\,T$$ واتجاهه لأعلى

إذا كان مجالا السلكان متعامدان

3 احسب محصلة كثافة الفيض عند
عند النقطة m



الحل



$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

$$B_1 = \frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{2\times10^{-7}\times10}{0.1} = 2\times10^{-5}\,T$$

$$B_2 = \frac{2\times10^{-7}\times10}{0.1} = 2\times10^{-5}\,T$$

$$B_t = \sqrt{(2\times10^{-5})^2 + (2\times10^{-5})^2} = 2.83\times10^{-5}\,T$$

التعادل

تعريف نقطة التعادل

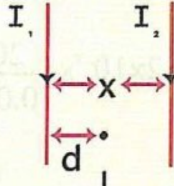
- هي النقطة التي تنعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي نتيجة تقابل فيضين مغناطيسيين متساويين في المقدار ومتضادين في الاتجاه فتكون محصلتهما صفراً، وتكون:
  - في منطقة طرح.
  - أقرب للأضعف تياراً.
- تكون النسبة بين بعديها عن السلكين كالنسبة بين تياريهما، حيث d المسافة العمودية بين النقطة ومحور السلك: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$

عرف

حساب نقطة التعادل

قارن

التياران في نفس الاتجاه	التياران في عكس الاتجاه
$B_1 = B_2$, $I_1 < I_2$	$B_1 = B_2$, $I_1 < I_2$
$\frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu I_2}{2\pi (x-d)}$	$\frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu I_2}{2\pi (x+d)}$
$\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{x-d}$	$\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{x+d}$

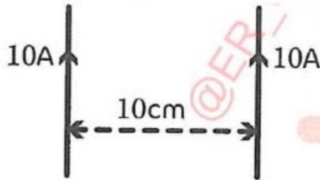




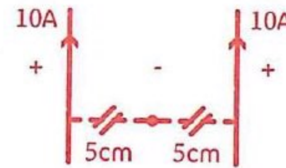
- في منطقة طرح.
- أقرب للأضعف.
- النسبة بين البعدين تساوي النسبة بين التيارين.

أمثلة

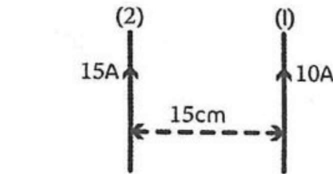
(1) حدد موضع نقطة التعادل



الحل

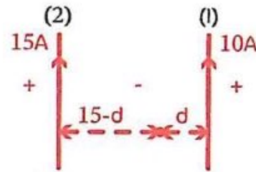


تقع نقطة التعادل في المنتصف على بعد 5cm من كل من السلكين



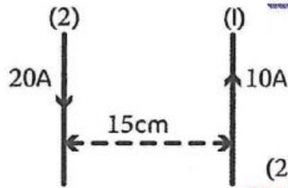
② حدد موضع نقطة التعادل

الحل



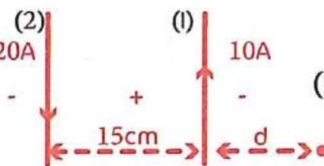
$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{d_1}{d_2} \longrightarrow \frac{10}{15}=\frac{d}{15-d} \longrightarrow d=6cm$$

تقع نقطة التعادل بينهما على بعد 6cm من السلك (I)



③ حدد موضع نقطة التعادل

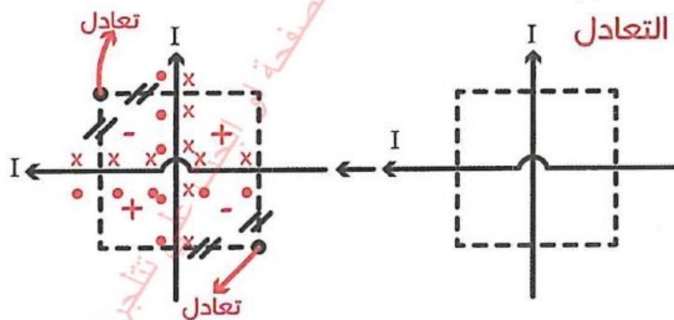
الحل



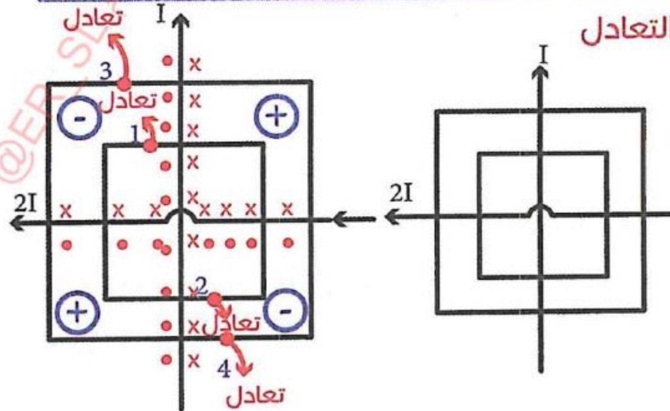
تبعد نقطة التعادل 15cm على يمين السلك (I)

أكثر من تعادل

① حدد نقاط التعادل



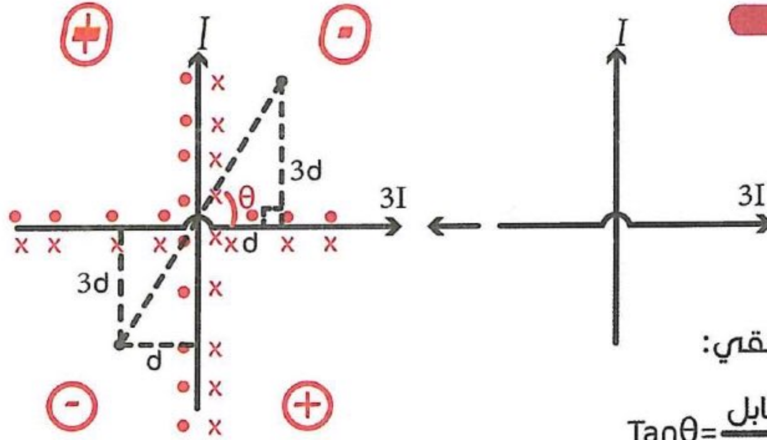
② حدد نقاط التعادل



نقاط التعادل على المربعات هذه النقط إذا وصلناها تحصل على خط التعادل

خط التعادل

ارسم خط التعادل :



الزاوية بين خط التعادل و الأفقي:

$$Tan\theta = \frac{مقابل}{مجاور} = \frac{3d}{d} = 3 \qquad \theta = 71.6^{\circ}$$

حالات التعادل المشهورة

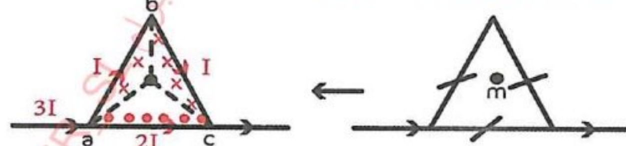
(1) احسب كثافة الفيض عند المركز m



$$B_t = B_{ab} + B_{bc} + B_{cd} - B_{ad} = \frac{\mu}{2\pi}\left[\frac{I}{d} + \frac{I}{d} + \frac{I}{d} - \frac{3I}{d}\right] = Zero$$

- مركز المربع يمثل نقطة التعادل

(2) احسب كثافة الفيض عند المركز m

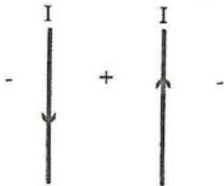


$$B_t = B_{ab} + B_{bc} - B_{ac} = \frac{\mu}{2\pi}\left[\frac{I}{d} + \frac{I}{d} - \frac{2I}{d}\right] = Zero$$

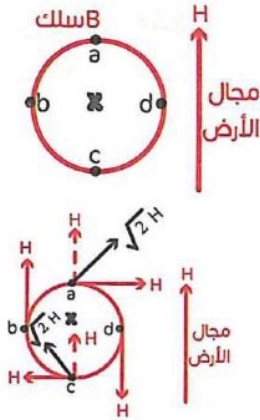
- مركز المثلث يمثل نقطة التعادل

متى لا توجد نقطة تعادل؟؟

-في حالة سلكان متوازيين يمر بهما تياران متساويان في المقدار و متضادان في الاتجاه



السلك ومجال الأرض



سلك رأسي عمودي للداخل على الأرض وكان مجال الأرض اتجاهه نحو الشمال وشدته H وشدة مجال السلك على الدائرة H ، احسب محصلة مجال السلك والأرض عند a,b,c,d

الحل

$(B_t)_a=\sqrt{H^2+H^2}=\sqrt{2}\,H$ شمال شرق

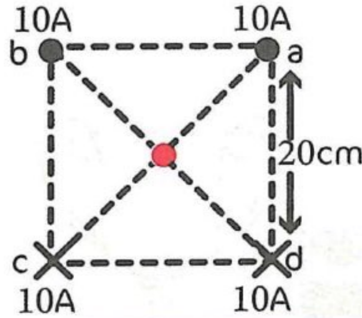
$(B_t)_d=0$

$(B_t)_c=\sqrt{2}\,H$ شمال غرب

$(B_t)_b=H+H=2H$ شمالا

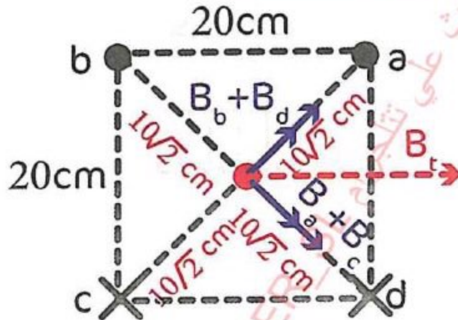
4 أسلاك





احسب مقدار واتجاه كثافة الفيض عند مركز المربع، علمًا بأن الأسلاك لهما نفس التيار

الحل



$$B_a=B_b=B_c=B_d=\frac{2\times10^{-7}\times10}{10\sqrt{2}\times10^{-2}}$$

$$=\sqrt{2}\times10^{-5}\,T$$

$$B_t=\sqrt{(B_a+B_c)^2+(B_b+B_d)^2}$$

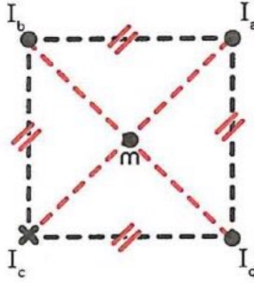
$$=\sqrt{(2\sqrt{2}\times10^{-5})^2+(2\sqrt{2}\times10^{-5})^2}$$

$=4\times10^{-5}\,T$ واتجاه المحصلة نحو الشرق

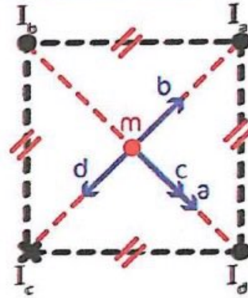


مثال

حدد اتجاه محصلة المجال عند النقطة m



الحل



-اتجاه محصلة المجال يكون من m إلى d حيث يلاشي مجال d،b كل منهما الاخر لأنهما متساويان ومتضادان في الاتجاه وتكون المحصلة $B_t = B_c + B_a$







AIM HARD WORK SUCCESS!